

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

**Dominik Nujić**

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Dorian Marijanović, dipl. ing.

Student:

Dominik Nujić

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se prof. dr.sc. Dorianu Marjanović, dipl. ing., voditelju ovog rada, na pruženoj stručnoj pomoći i prilici za unapređenje znanja u ovom području. Također se zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli sa svojim savjetima i sa svojom susretljivošću tijekom izrade ovog rada.

Dominik Nujić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Dominik Nujić**

Mat. br.: 0035187109

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Naprava za montažu Al okvira**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Aluminium frame mounting device**

Opis zadatka:

Potrebno je razviti napravu za montažu okvira vratašca revizijskih otvora gipskartonskih ploča. Naprava treba omogućiti jednostavnu i preciznu montažu okvira standardnih dimenzija vratašca: 200x200, 300x300, 400x400, 500x500 i 600x600 mm. Okvir se izrađuje od ekstrudiranog aluminijskog L profila s utorom, standardne izvedbe veličine 29 x 30,5 x 1,5 mm

U radu je potrebno:

- Definirati zahtjeve i ciljeve razvoja naprave;
- Analizirati moguće načine montaže okvira;
- Za odabranu tehnologiju montaže okvira:
  - Definirati zahtjeve i izraditi tehničku specifikaciju za odabrani stroj.
  - Generirati i vrednovati konceptijske varijante rješenja.
  - Za odabranu konceptijsku varijantu razraditi projektno rješenje stroja.

Odabrano projektno rješenje razraditi uz uporabu standardnih dijelova i sklopova, te s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova. Posebnu pažnju obratiti na ergonomske karakteristike, i stabilnost naprave te sigurnost korisnika pri eksploataciji. Izraditi računalni 3D model i tehničku dokumentaciju.

Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

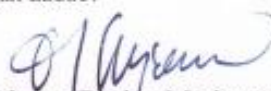
U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć

Zadatak zadan:  
25. studenog 2014.

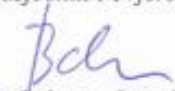
Rok predaje rada:  
**1. rok:** 26. veljače 2015.  
**2. rok:** 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:  
**1. rok:** 2., 3., i 4. ožujka 2015.  
**2. rok:** 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

  
Prof. dr. sc. Dorian Marjanović

Predsjednik Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Igor Balen

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	III
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....	IV
SAŽETAK.....	V
SUMMARY .....	VI
1. UVOD.....	1
1.1. Profili .....	2
1.2. Kutnici za spajanje profila .....	4
2. TEHNOLOGIJE KUTNIH SPAJANJA PROFILA .....	7
2.1. Vijčano spajanje.....	7
2.2. Uprešavanje.....	9
2.3. Zavarivanje.....	10
2.4. Vrednovanje tehnologija .....	11
3. GENERIRANJE KONCEPATA NAPRAVE ZA MONTAŽU AL OKVIRA.....	12
3.1. Ekscentar preša .....	13
3.2. Funkcijska struktura i morfološka matrica.....	15
3.3. Koncepti .....	16
3.3.1. Koncept 1 .....	16
3.3.2. Koncept 2 .....	17
3.3.3. Vrednovanje koncepata.....	18
4. KONSTRUIRANJE.....	19
4.1. Šablone za prihvat okvira.....	19
4.2. Podsklop za rotacijsko gibanje.....	21
4.3. Podsklop za translacijsko gibanje .....	23
4.4. Konačni sklop naprave za montažu Al okvira .....	24
5. ZAKLJUČAK.....	25
LITERATURA.....	26

**POPIS SLIKA**

Slika 1	Standardna revizijska vratašca .....	1
Slika 2	Aluminijski L profil.....	2
Slika 3	Sastav legure.....	3
Slika 4	Mehanička svojstva profila .....	3
Slika 5	Fizikalna svojstva profila .....	3
Slika 6	Kutnik 1 .....	4
Slika 7	Kutnik 1 .....	5
Slika 8	Kutnik 2.....	5
Slika 9	Kutnik 2 .....	6
Slika 10	Mehaničke karakteristike čelika .....	6
Slika 11	Primjer 1 vijčanog spoja.....	7
Slika 12	Primjer 2 vijčanog spoja.....	7
Slika 13	Primjer 3 vijčanog spoja.....	8
Slika 14	Primjer ekscentar preše .....	9
Slika 15	TIG i MIG aparati za zavarivanje.....	10
Slika 16	Zavareni spoj aluminija .....	10
Slika 17	3K KOMPAC preša.....	13
Slika 18	Tehnička specifikacija 3K KOMPAC preše .....	14
Slika 19	Funkcijska struktura .....	15
Slika 20	Koncept 1 .....	16
Slika 21	Koncept 2 .....	17
Slika 22	Dio za prihvata Al profila .....	19
Slika 23	Šablona za prihvata 200x200 okvira .....	20
Slika 24	Šablona za prihvata s okvirom 600x600 .....	20
Slika 25	Podsklop za rotacijsko gibanje .....	21
Slika 26	Presjek podsklopa za rotacijsko gibanje.....	22
Slika 27	Bočni PVC kotačići .....	23
Slika 28	Podsklop za translacijsko gibanje.....	23
Slika 29	Naprava za montažu Al okvira .....	24

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1	Vrednovanje tehnologija .....	11
Tablica 2	Tehnička specifikacija naprave za montažu Al okvira.....	12
Tablica 3	Morfološka matrica .....	16
Tablica 4	Vrednovanje koncepata .....	18

**POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

2015-NZMAO-001	Naprava za montažu Al okvira
2015-NZMAO-011	Šablona za prihvat okvira
2015-NZMAO-111	Spojnica 1 za šablonu
2015-NZMAO-211	Spojnica 2 za šablonu
2015-NZMAO-311	Dio za prihvat profila
2015-NZMAO-411	Pločica za kutni spoj
2015-NZMAO-021	Podsklop za rotacijsko gibanje
2015-NZMAO-121	Kružna ploča
2015-NZMAO-221	Unutarnja cijev
2015-NZMAO-321	Vanjska cijev
2015-NZMAO-421	Poklopac
2015-NZMAO-031	Podsklop za translacijsko gibanje
2015-NZMAO-131	Kvadratna cijev
2015-NZMAO-231	Nosač 1 kvadratne cijevi
2015-NZMAO-331	Nosač 2 kvadratne cijevi
2015-NZMAO-431	Pločica za pričvršćivanje na postolje stroja



## **SAŽETAK**

U ovom radu će se razvijati naprava za montažu okvira vratašca revizijskih otvora. Također će se analizirati mogući načini montaže okvira, te će se na temelju zahtjeva i ciljeva odabrati najbolje rješenje.

U svrhu izrade naprave za montažu Al okvira, na temelju odabranog načina montaže okvira, potrebno je osmisliti konstrukciju naprave. Prezentirati će se nekoliko koncepata konstrukcijskog rješenja naprave za montažu okvira, te će se odabrati optimalna varijanta.

Ključne riječi: Al okvir, vratašca revizijskih otvora, montaža okvira

## **SUMMARY**

The main focus of this paper will be developing a device for mounting the frame access openings. It will also analyze possible ways of mounting frame, and based on the requirements and aims the best solution will be chosen.

In order to develop the device for mounting Al frames, based on the selected method of assembling the frame, it is necessary to design the structure of the device. There will be presented several concepts of the design solutions for the device for mounting frames. and it will be selected the optimal solution.

Key words: Al frame, access openings, mounting frames

## 1. UVOD

Revizijska vratašca [Slika 1] su izrađena od gipskartonskih GKI ploča u aluminijskom okviru. Ugrađuju se u gipskartonske pregradne zidove, obloge zidova te u spuštene stropove, a služe kao revizijski otvor za lakši pristup skrivenim instalacijama.



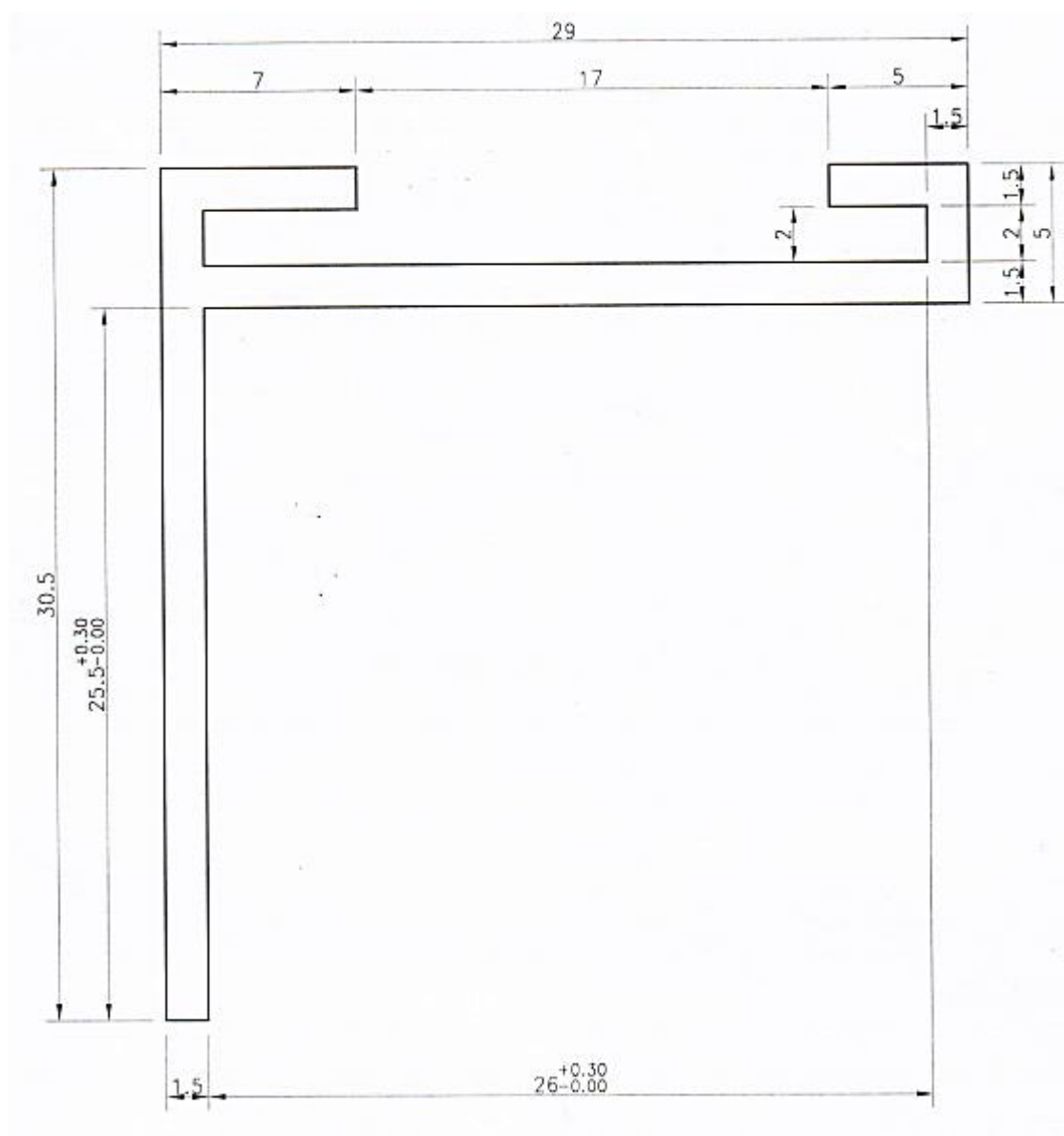
**Slika 1     Standardna revizijska vratašca**

U ovom radu potrebno je razviti napravu za montažu vanjskih okvira revizijskih vratašca. Od naprave se očekuje da će osigurati brzu, jednostavnu i preciznu montažu svih standardnih dimenzija vratašca uz maksimalnu sigurnost korisnika. Prije same konstrukcijske razrade, istražiti će se tržište za postojećim, sličnim, napravama, pretražiti će se načini kutnih spajanja profila, te odabrati kvalitetom, cijenom i jednostavnošću najprihvatljivija tehnologija spajanja profila.

Pri izradi revizijskih vratašca koriste se posebni profili, te određeni kutnici za njihovo spajanje.

### 1.1. Profili

Okviri revizijskih vratašca izrađuju se od ekstrudiranog aluminijskog L profila [Slika 2] s utorom, standardne izvedbe veličine 29 mm x 30,5 mm x 1,5 mm. Aluminijski profili se spajaju u okvire standardnih dimenzija, 200 mm x 200 mm, 300 mm x 300 mm, 400 mm x 400 mm, 500 mm x 500 mm, 600 mm x 600 mm.



Slika 2 Aluminijski L profil

Legura EN AW6060 [AlMgSi], koja se koristi pri izradi profila, prikladna je u upotrebi gdje se ne zahtijevaju posebna svojstva čvrstoće. Iz te legure mogu se izraditi profili i dijelovi s dobrim površinskim kvalitetama, što je potrebno kod izrade revizijskih vratašca.

Sastav legure prikazan je na Slika 3.

**Chemical composition according to EN573-3 (weight%, remainder Al)**

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	remarks	others	
									each	total
0.30 – 0.6	0.10 - 0.30	max. 0.10	max. 0.10	0.35 – 0.6	max 0.05	max 0.15	max 0.10		max 0.05	max 0.15

**Slika 3 Sastav legure**

Profili koji se koriste su čvrstoće T66(F22) prema EN 755-2, a njihova mehanička i fizikalna svojstva su prikazana na Slika 4 i Slika 5.

**Mechanical properties according to EN755-2**

Temper*	Wallthickness e***	Yield stress Rp0.2 [MPa]	Tensile strength Rm [MPa]	Elongation		Hardness** HB
				A [%]	A <sub>50mm</sub> [%]	
T4	e ≤ 25	60	120	16	14	45
T5	e ≤ 5	120	160	8	6	55
	5 < e ≤ 25	100	140	8	6	50
T6	e ≤ 3	150	190	8	6	65
	3 < e ≤ 25	140	170	8	6	60
T66	e ≤ 3	160	215	8	6	70
	3 < e ≤ 25	150	195	8	6	65

**Slika 4 Mehanička svojstva profila**

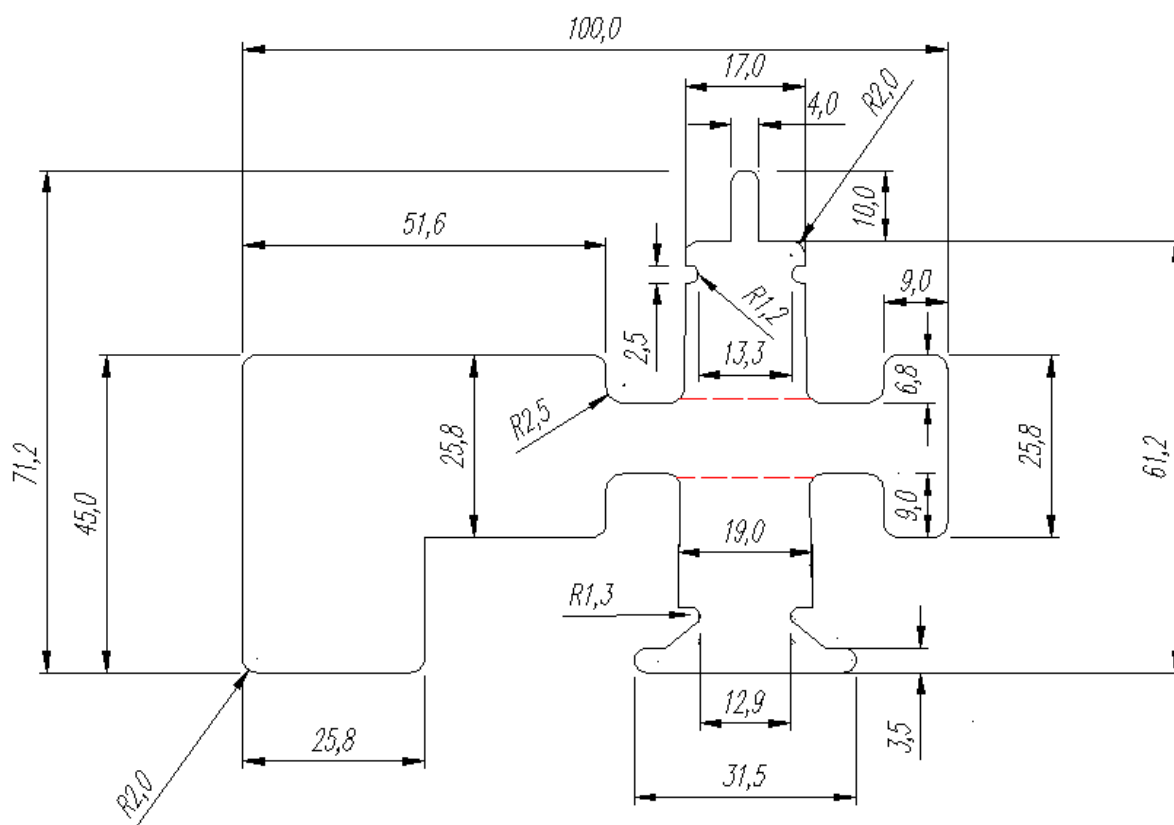
**Physical properties (approximate values, 20°C)**

Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Melting range [°C]	Electrical conductivity [MS/m]	Thermal conductivity [W/m.K]	Co-efficient of thermal expansion 10 <sup>-6</sup> /K	Modulus of elasticity [GPa]
2700	585-650	28-34	200-220	23.4	~70

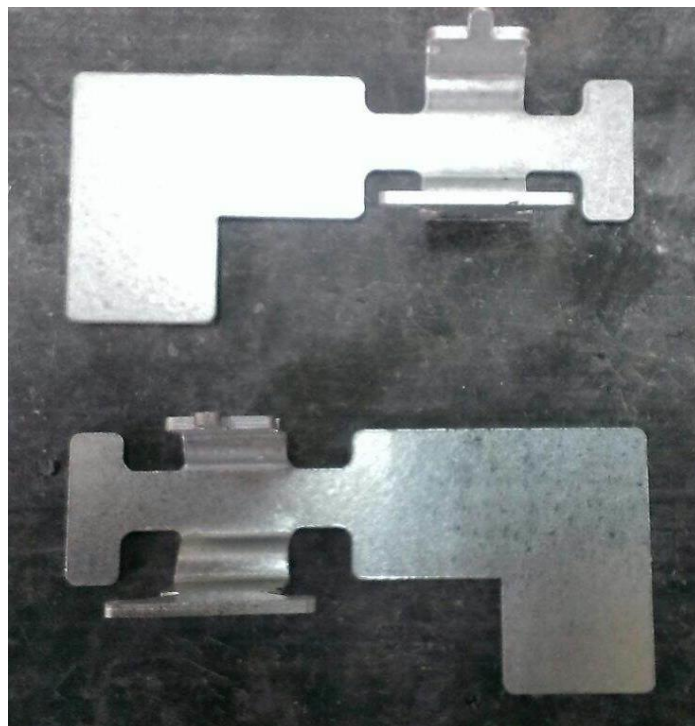
**Slika 5 Fizikalna svojstva profila**

## 1.2. Kutnici za spajanje profila

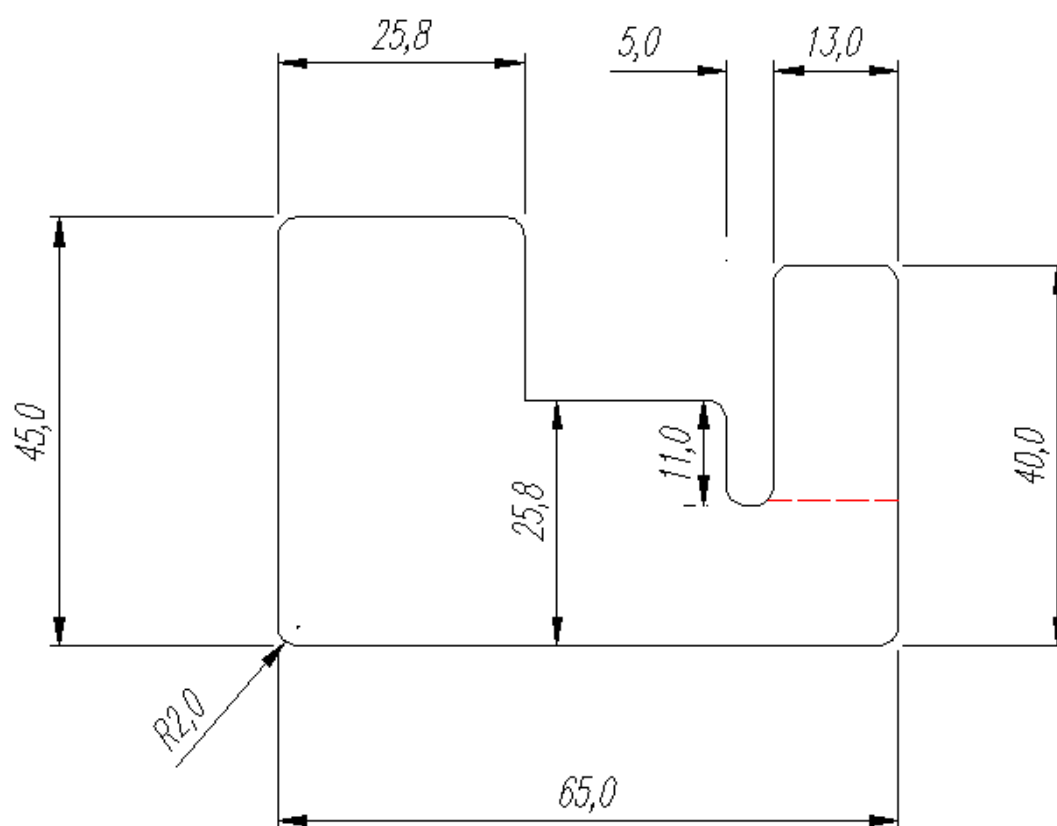
Kutnici za spajanje aluminijskih profila određenih su dimenzija, te ne služe samo za kutno spajanje profila nego su dimenzionirana tako da omogućuju otvaranje i zatvaranje revizijskih vratašca. Za spajanje profila potrebni su lijevi i desni Kutnik 1 [Slika 6], te lijevi i desni Kutnik 2 [Slika 8]. Crvenom isprekidanom linijom označene su osi oko kojih se izvode savijanja lima kako bi dobili potrebne oblike kutnika.



Slika 6 Kutnik 1



Slika 7 Kutnik 1



Slika 8 Kutnik 2



Slika 9 Kutnik 2

Kutnici su izrađeni od hladno valjanog čeličnog lima (HRN C.B4.113-1978) debljine 2 mm, naknadno pocinčanog. Materijal koji se koristi pri izradi lima je čelik DC-01 (Č.0146/St 1203). Ovaj čelik spada u grupu hladnovaljanih mekih čelika sa garantiranom granicom tečenja i zateznom čvrstoćom, te garantiranom minimalnom plastičnošću i dobrom deformabilnošću. Kada se koriste obične metode zavarivanja, odlikuje ga svojstvo dobre zavarljivosti.

Mehaničke karakteristike čelika:

Oznaka		Način dezoksidacije	Rok važnosti (garancije) mehan. os.	Kvalitet površine	$R_e$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_{80}$ % min
DC01	1.0330	Po izboru proizvođača	-	A B	280	270/410	28

Slika 10 Mehaničke karakteristike čelika

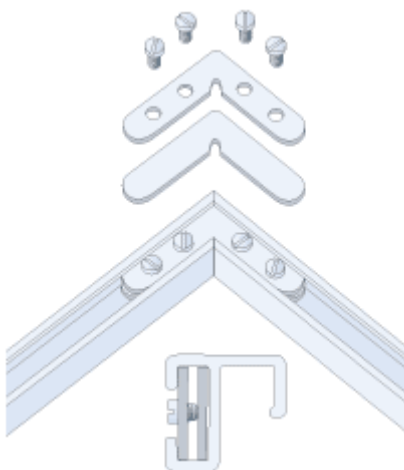


## 2. TEHNOLOGIJE KUTNIH SPAJANJA PROFILA

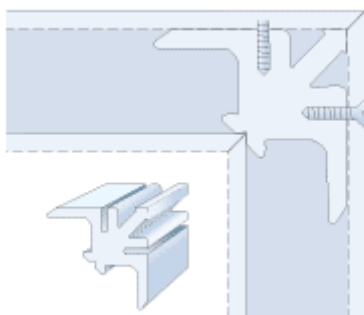
Potrebno je odabrati tehnologiju koja će osigurati brzo, jednostavno i precizno kutno spajanje Al profila. Također se moramo usmjeriti u odabir tehnologije koja je cijenom najprihvatljivija, koja neće zahtijevati nepotrebnog dodatnog materijala, te dodatnu obuku korisnika. Tehnologija mora osigurati čvrst, teško rastavljiv ili nerastavljiv spoj. Na temelju tih zahtjeva sužavamo izbor na tri tehnologije: vijčano spajanje, uprešavanje i zavarivanje.

### 2.1. Vijčano spajanje

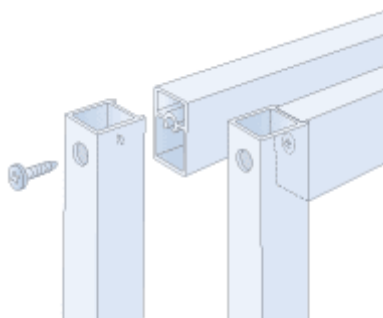
Vijčano spajanje je tehnologija koja se osigurava spregom dvaju elementa ostvarenom posredstvom navoja. U nastavku su prikazani neki primjeri kutnog vijčanog spajanja profila koji bi nam mogli poslužiti kao osnova pri izvođenju ovakvog spajanja profila.



Slika 11 Primjer 1 vijčanog spoja



Slika 12 Primjer 2 vijčanog spoja



**Slika 13    Primjer 3 vijčanog spoja**

U slučaju kutnog vijčanog spoja morali bi napraviti izmjene na profilima ili kutnicima, kako bi mogli izvesti spajanje. Također, morali bi osigurati stabilnost profila ili čitavog okvira dok bi korisnik izvodio vijčano spajanje. Ovakvim spajanjem možemo dobiti na jednostavnosti, no zahtijeva dodatni materijal, te obučenost korisnika za korištenje alata potrebnog pri vijčanom spajanju. I kao najveća nepogodnost je to što bi se morale raditi izmjene na profilima i kutnicima, što automatski zahtijeva dodatna ulaganja.

## 2.2. Uprešavanje

Kod tehnologije uprešavanja dolazi do deformacije profila i kutnika kako bi se ostvario teško rastavljiv spoj. Ne zahtijeva se nikakav dodatan materijal, ali je potreban stroj za uprešavanje, odnosno ekscentar preša [Slika 14]. U slučaju uprešavanja može se zadržati postojeći izgled profila i kutnika. Uprešavanje pomoću ekscentar preše zahtijeva obučenost korisnika za upravljanje strojem. Osnovna karakteristika uprešavanja je jednostavno i brzo ostvarivanje čvrstog kutnog spoja aluminijskih profila i kutnika.



Slika 14 Primjer ekscentar preše

### 2.3. Zavarivanje

Zavarivanje je spajanje dvaju ili više elemenata dovedenom toplinom rastopljenih ili razmekšanih dijelova uz dodavanje ili bez dodavanja materijala. Zavari i dijelovi koji se zavaruju predstavljaju zavareni spoj. Takvi spojevi spadaju pod nerastavljive.

Zavarljivost legure, koja se koristi pri izradi Al profila, je prilično relativna, ovisi o tipu zavarivanja. Zavarivanje aluminijskih profila se može izvesti plinom, TIG i MIG postupkom. Prema EN1999-1 nakon zavarivanja mehanička svojstva profila mogu se smanjiti za otprilike 50%. Kod zavarivanja potrebna je dodatna oprema, što zahtijeva dodatna ulaganja, te visoka obučenost korisnika kako bi se zavareni spoj izveo na pravi način.



Slika 15 TIG i MIG aparati za zavarivanje



Slika 16 Zavareni spoj aluminijske

## 2.4. Vrednovanje tehnologija

KRITERIJI	VIJČANO SPAJANJE	ZAVARIVANJE	UPREŠAVANJE
CIJENA	-/+	-/+	-/+
JEDNOSTAVNOST	-/+	-	+
BRZINA MONTAŽE	-/+	-	+
PRECIZNOST	+	-/+	-/+
BROJ DODATNOG MATERIJALA	-	-	+
OBUČENOST KORISNIKA	-/+	-	+
ČVRSTOĆA SPOJA	-/+	+	-/+
NERASTAVLJIVOST	-	+	-/+
$\Sigma^-$	7	6	4
$\Sigma^+$	6	4	8
$\Sigma$	-1	-2	+4

**Tablica 1 Vrednovanje tehnologija**

Na temelju zahtjeva i kriterija koji se očekuju od tehnologije montaže spajanja aluminijskih okvira dobili smo da je najbolja i najisplativija opcija tehnologija uprešavanja. U daljnjom razvijanju naprave za montažu rad će se temeljiti na razvijanju naprave koja će se montirati na već postojeći stroj za uprešavanje i tako olakšati, poboljšati i ubrzati montažu okvira vratašca revizijskih otvora.

### 3. GENERIRANJE KONCEPATA NAPRAVE ZA MONTAŽU AL OKVIRA

Na temelju zahtjeva koje nam je korisnik dao napravljena je tehnička specifikacija naprave za montažu aluminijskih okvira.

ZNAČAJKE	ZAHTJEVI
Izvođenje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naprava mora pojednostaviti način uprešavanja aluminijskih okvira.</li> <li>Naprava mora ubrzati proces uprešavanja.</li> </ul>
Životni vijek	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naprava mora omogućiti uprešavanje minimalno 50 okvira dnevno, 5 dana tjedno.</li> </ul>
Održavanje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Održavanje po mogućnosti maksimalno smanjiti.</li> </ul>
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poželjna je što manja masa proizvoda radi lakšeg transporta.</li> </ul>
Proizvodnja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Napravu konstruirati za postojeći stroj za uprešavanje.</li> </ul>
Materijali	<ul style="list-style-type: none"> <li>Koristiti čvrste i na udarce otporne materijale.</li> <li>Koristiti cijenom prihvatljive i na tržištu svakodnevno dostupne materijale.</li> </ul>
Ergonomija	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maksimalno pojednostaviti korištenje.</li> </ul>
Sigurnost	<ul style="list-style-type: none"> <li>Naprava ne smije imati oštre dijelove i rubove.</li> <li>Omogućiti korištenje bez dodatne zaštitne opreme.</li> </ul>
Instaliranje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osigurati jednostavnu montažu.</li> </ul>

**Tablica 2 Tehnička specifikacija naprave za montažu Al okvira**

### 3.1. Ekscentar preša

Stroj koji će se koristiti za uprešavanje je 3K KOMPAC ekscentar preša [Slika 17]. 3K Kompac preša je mala, 3 tonska preša koja omogućava jednostavnu i sigurnu upotrebu. Zbog udarne sile koju osigurava daje nam čvrst, teško rastavljiv spoj. Ispunjava sve zahtjeve koji se traže od stroja za uprešavanje aluminijskih okvira revizijskih vratašca.

Na prešu je naknadno dodan alat koji omogućava uprešavanje okvira revizijskih vratašca.



Slika 17 3K KOMPAC preša

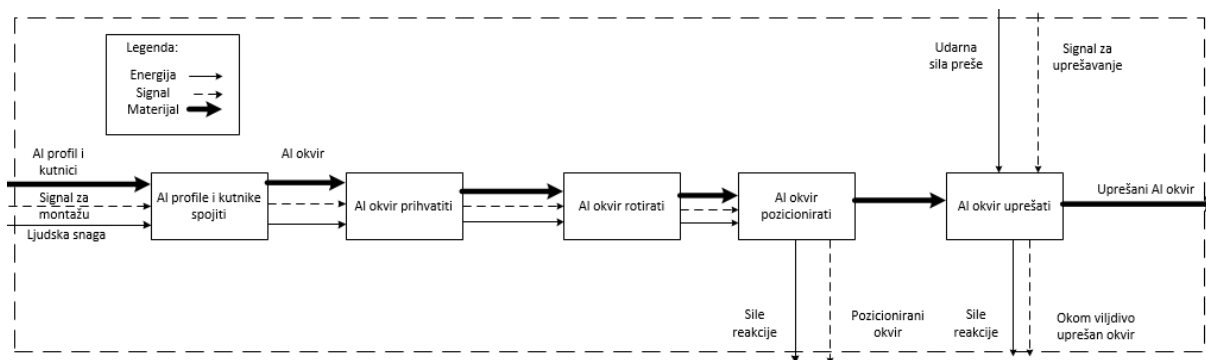
	<b>3K Kompac</b>
Tonnage	3
Speed [spm]	300
Variable Speed	option (100 - 300 spm)
Clutch Type	roller clutch
Frame Opening	7"
Throat Depth [frame to ram centerline]	3.875"
Standard Stroke Lengths	1", 1.5" (1 1/8", 1 1/4 or 2" optional)
Standard Ram Shank Diameter	1"
Flywheel [dia. x width]	10" x 2.25"
Flywheel Weight	30 lb
Motor	1/3 HP
Power Feed	115V-1 Phase-60Hz
Bolster Plate	.625" x 5.75" x 10.25"
Floor Stand Weight	40 lbs
Overall Weight	190 lbs

Slika 18 Tehnička specifikacija 3K KOMPAC preše




### 3.2. Funkcijska struktura i morfološka matrica

Funkcijska struktura se radi na temelju vrednovanja informacija stečenih u prethodnim dijelovima faze te njihovog povezivanja i usklađivanja sa postojećim zahtjevima na proizvod. Zatim se morfološka matrica formira na temelju funkcijske strukture.



Slika 19 Funkcijska struktura

Al profile i kutnike spojiti	 Ručno	
Al okvir prihvatiti	Šablona za prihvat okvira	 Čeljusti
Al okvir rotirati	 Ručno	Uz pomoć ležaja i nosača šablone za prihvat okvira

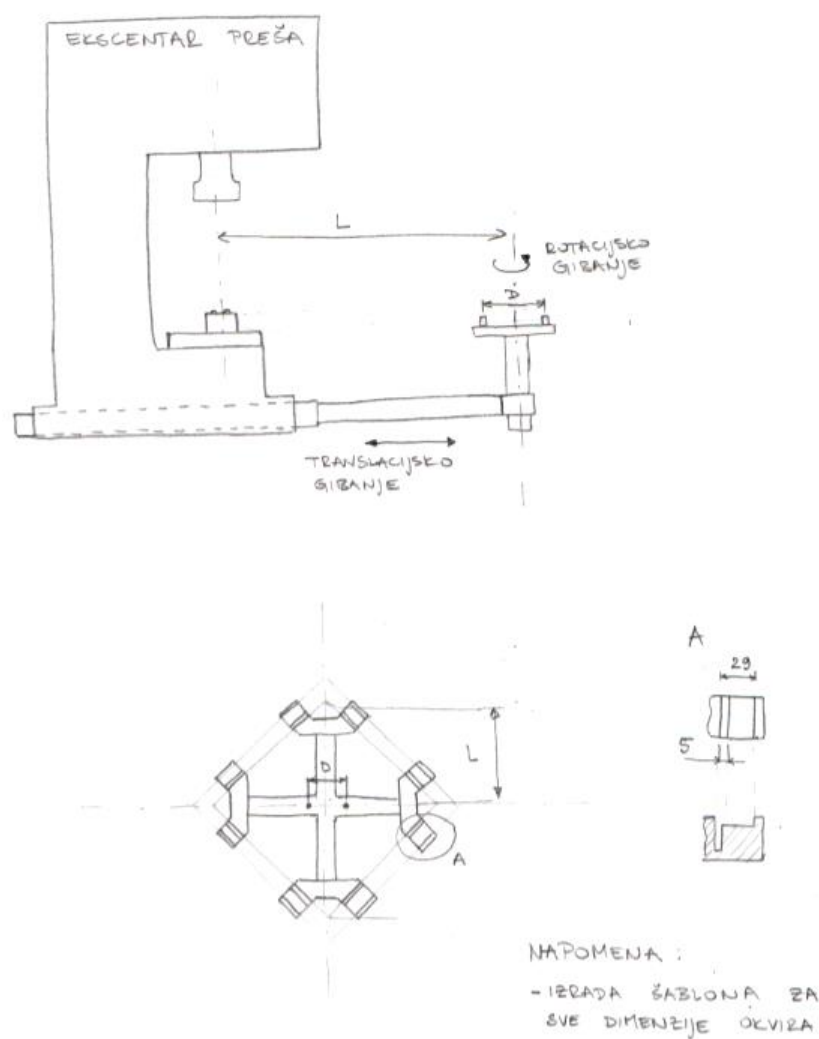
Al okvir pozicionirati	 Translacijsko gibanje	 Ručno
Al okvir uprešati	Ekscentar preša	

Tablica 3 Morfološka matrica

### 3.3. Koncepti

Nakon funkcijske strukture i morfološke matrice izgenerirani su koncepti. Koncepti moraju ispuniti osnovne funkcije, te moraju biti cjenovno prihvatljivi.

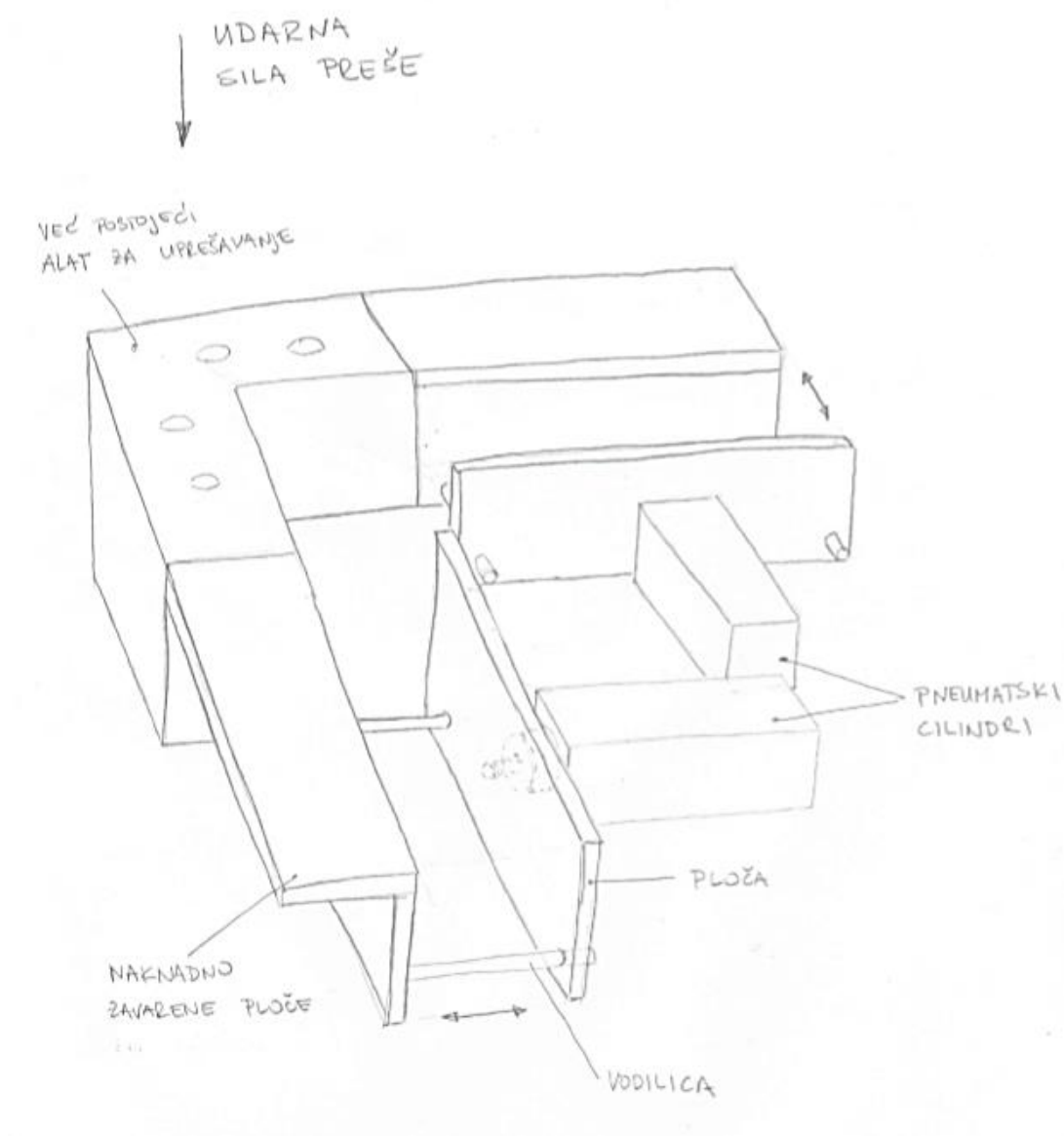
#### 3.3.1. Koncept 1



Slika 20 Koncept 1

Koncept 1 sastoji se od šablona za sve dimenzije revizijskih okvira, te kvadratnih i cilindričnih cijevi koji osiguravaju translacijskog i rotacijskog gibanje. Šablone služe za prihvat okvira, te se one stavljaju na okruglu ploču koja na sebi ima zatike za prijenos rotacijskog gibanja. Korisnik svojom snagom pomiče okvir od i prema ekscentar preši, te rotira okvir za pozicioniranje neuprešanog kuta okvira.

### 3.3.2. Koncept 2



Slika 21 Koncept 2

Kod koncepta 2 korisnik namješta kut okvira na već postojeći alat za uprešavanje, te pomoću pneumatskih cilindri pokreće čeljusti koje bi osigurale stabilnost i poboljšale sam postupak uprešavanja. Čeljusti se sastoje od ploča naknadno zavarenih na alat koje olakšavaju prihvat i pozicioniranje okvira, te vodilica i pomičnih ploča koje bi uz pomoć pneumatskih cilindara pritisknule i držale okvir tokom uprešavanja.

### 3.3.3. Vrednovanje koncepata

KRITERIJI	KONCEPT 1	KONCEPT 2
CIJENA	+	+
JEDNOSTAVNOST KORIŠTENJA	+	-/+
JEDNOSTAVNOST IZVEDBE	+	+
EFIKASNOST PRI VEĆEM BROJU UPREŠAVANJA	+	-/+
BRZINA UPREŠAVANJA	+	+
ODRŽAVANJE	+	+
VIJEK TRAJANJA	+	-/+
PRECIZNOST	+	-/+
SIGURNOST	+	+
$\Sigma^-$	0	4
$\Sigma^+$	9	8
$\Sigma$	+9	+4

**Tablica 4 Vrednovanje koncepata**

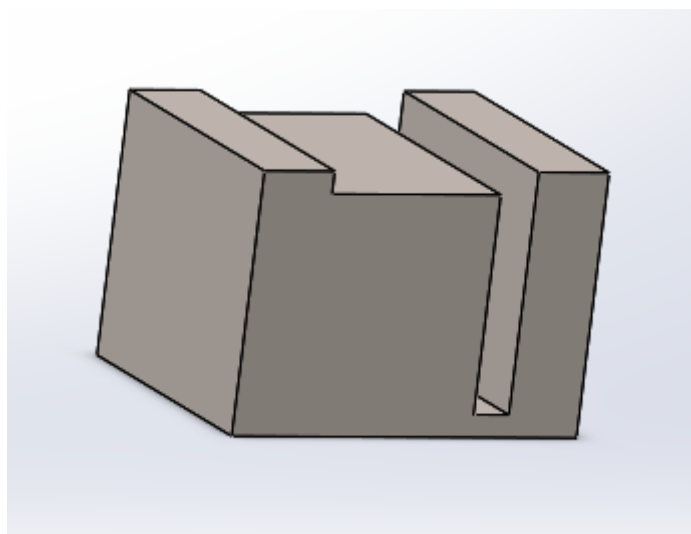
## 4. KONSTRUIRANJE

Nakon vrednovanja koncepata i odabira najboljeg rješenja slijedi faza konstruiranja naprave. U fazi konstruiranja se odabrani koncept dalje razrađuje i detaljira da bi idejna rješenja postala realna rješenja prikazanih funkcija proizvoda koji se razvija.

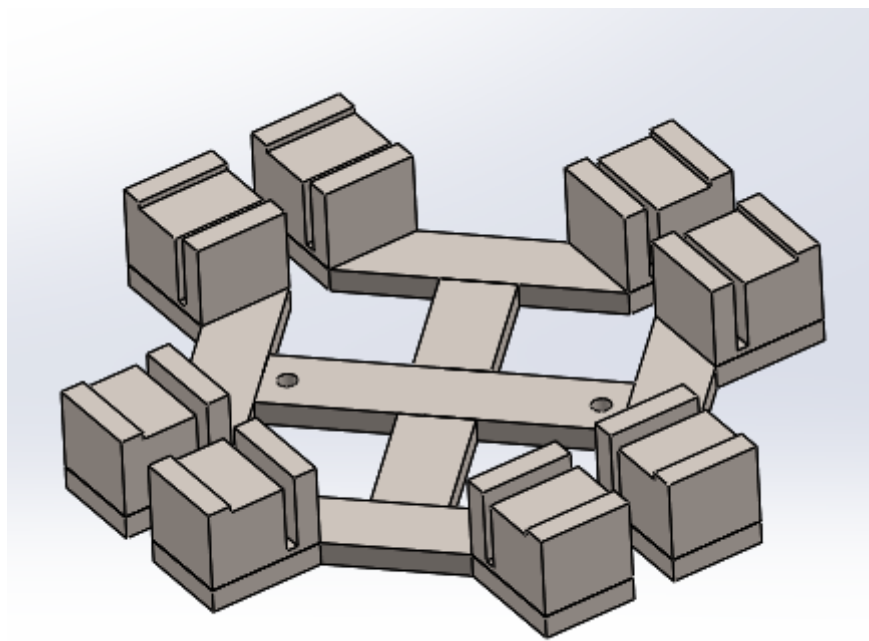
Konstruktivskom razradom koncepta 1 mogu se uočiti slijedeći podsklopovi naprave za montažu aluminijskog okvira: šablone za prihvat okvira, podsklop za rotacijsko gibanje, te podsklop za translacijsko gibanje.

### 4.1. Šablone za prihvat okvira

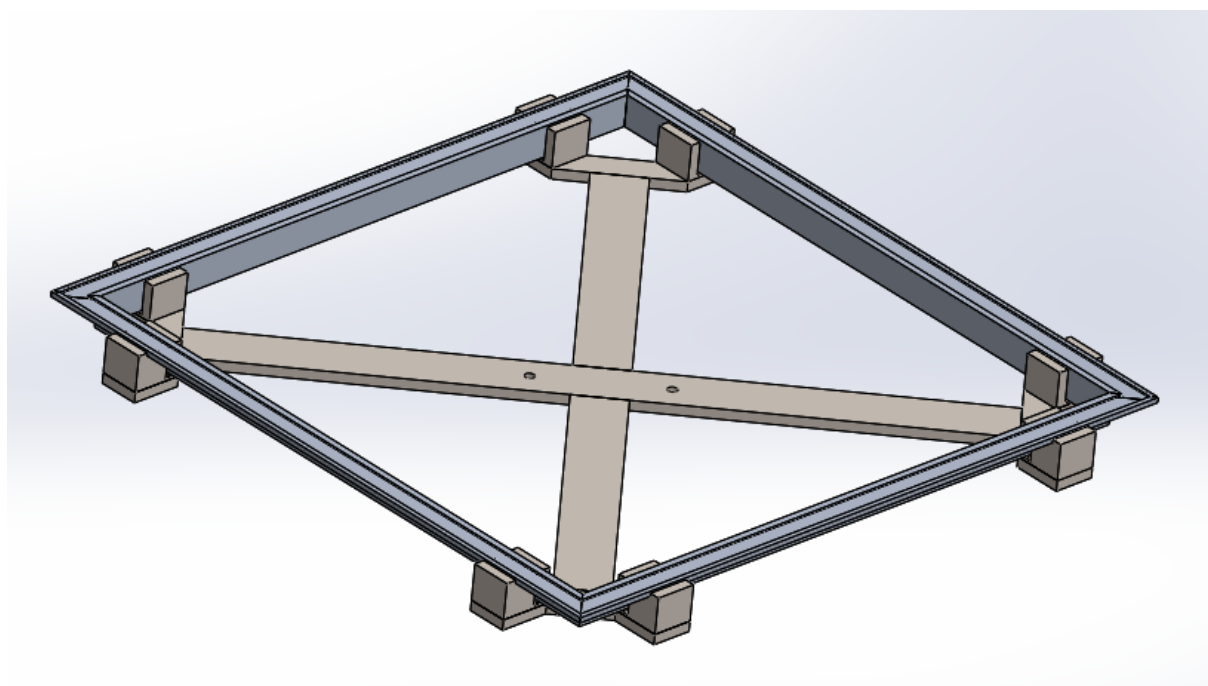
Kako bi omogućili precizan uprešan spoj kutnika i profila, bilo je potrebno izraditi šablone za prihvat okvira koje osiguravaju potrebnu stabilnost okvira tokom postupka uprešavanja. Šablone su napravljene od čeličnih pločica, te posebno izrađenih čeličnih prihvata za aluminijske profile. Napravljene su šablone za sve standardne dimenzije okvira.



Slika 22 Dio za prihvat Al profila



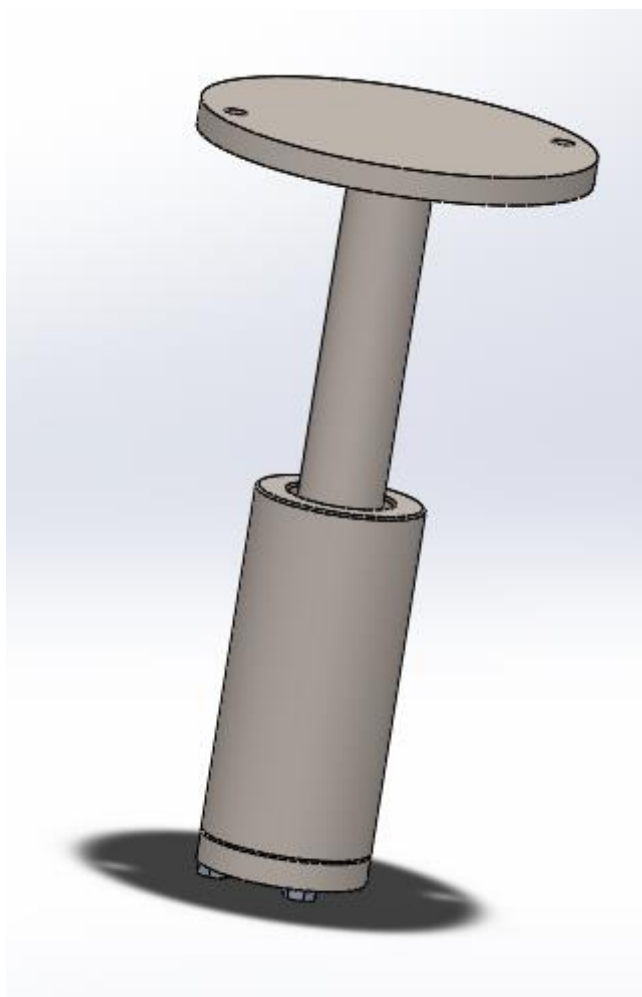
Slika 23 Šablona za prihvat 200x200 okvira



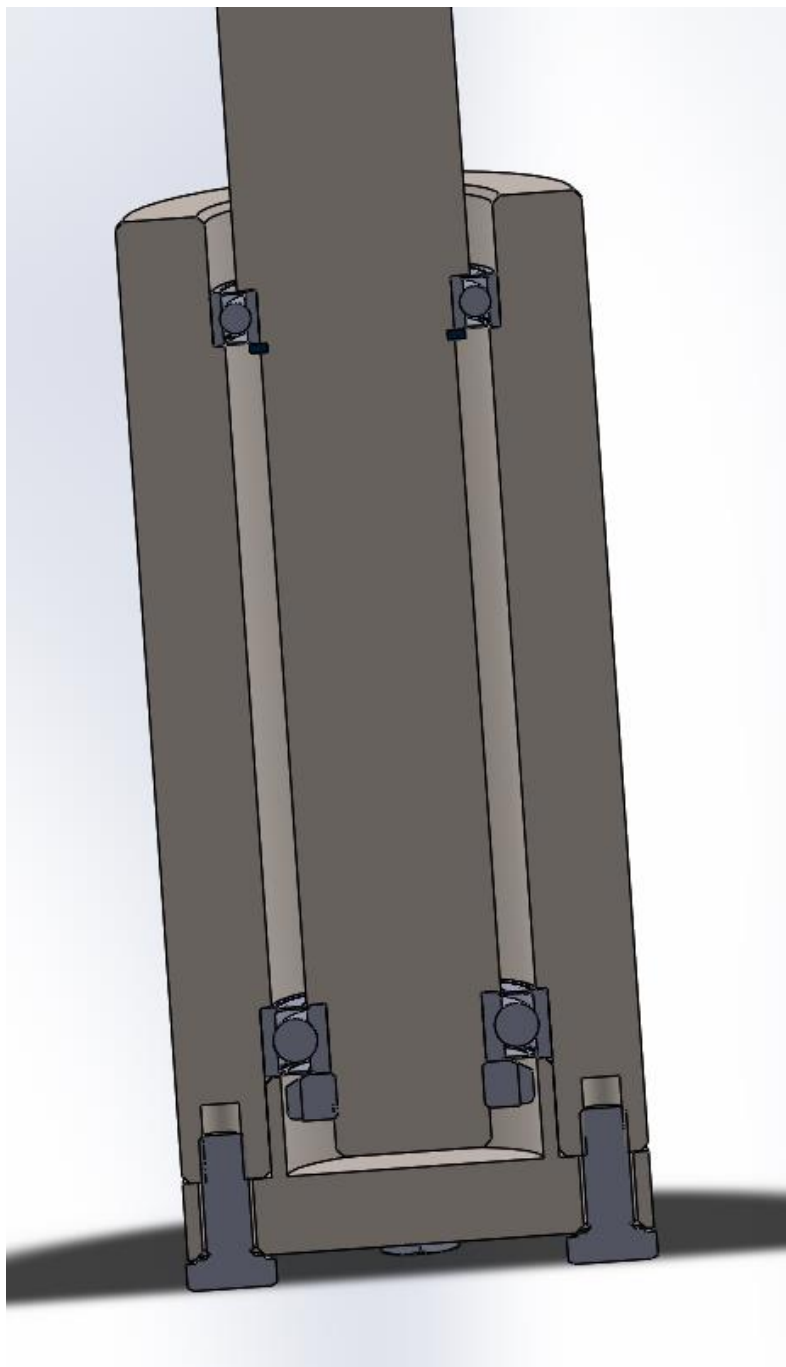
Slika 24 Šablona za prihvat s okvirom 600x600

#### 4.2. Podsklop za rotacijsko gibanje

Za vrijeme montaže okvira, odnosno samog postupka uprešavanja, uprešava se jedan po jedan kut okvira. Iz tog razloga je bilo potrebno omogućiti rotaciju okvira za vrijeme uprešavanja. Podsklop za rotacijsko gibanje izrađen je od čeličnih cijevi, te kružne ploče sa zaticima koje služe za prihvat šablona. Rotacija se izvodi uz pomoć dva kuglična ležaja. Zbog malih aksijalnih (težina okvira+težina šablona+težina podsklopa za rotacijsko gibanje) i radijalnih sila (potrebna sila koju korisnik unosi za translacijskog gibanja) odabrani su ležajevi na temelju potrebnih dimenzija, jer sve uvjete nosivosti zadovoljavaju. Unutarnja puna cijev se zavaruje na kružnu ploču.



**Slika 25** Podsklop za rotacijsko gibanje



**Slika 26    Presjek podsklopa za rotacijsko gibanje**

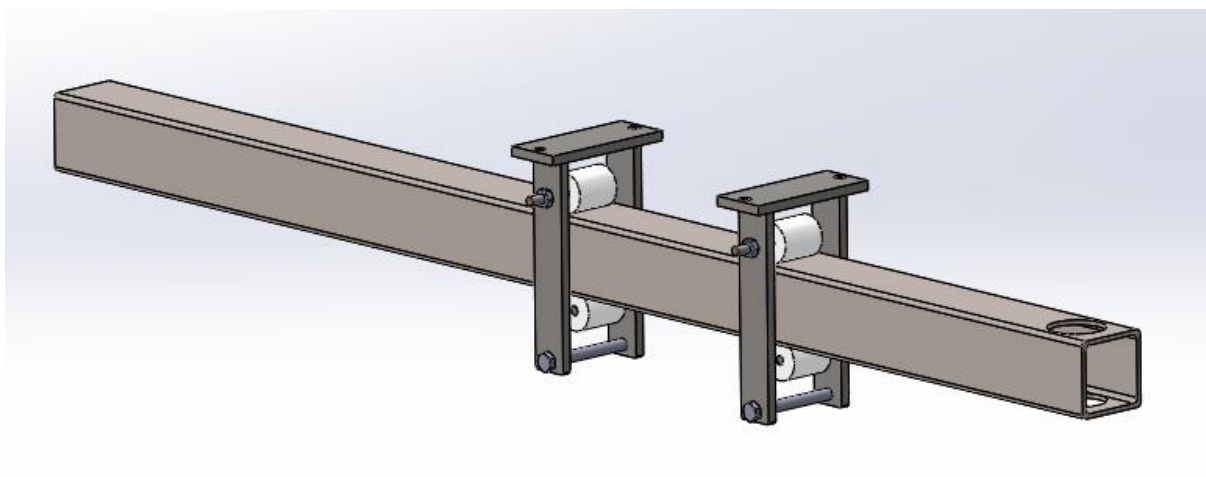


#### 4.3. Podsklop za translacijsko gibanje

Zbog različitih dimenzija okvira bilo je potrebno omogućiti translacijsko gibanje naprave, odnosno približavanje i udaljšavanje okvira stroju za uprešavanje. Podsklop za translacijsko gibanje napravljen je pomoću kvadratne čelične cijevi, te bočnih PVC kotačića pronađenih na tržištu [Slika 27]. Kotačići se vijcima pritežu za njihove nosače koji su zavareni na pravokutnu pločicu. Ista ta pravokutna pločica se vijcima priteže za postolje ekscentar ploče i tako nosi cijelu napravu za pritezanje.



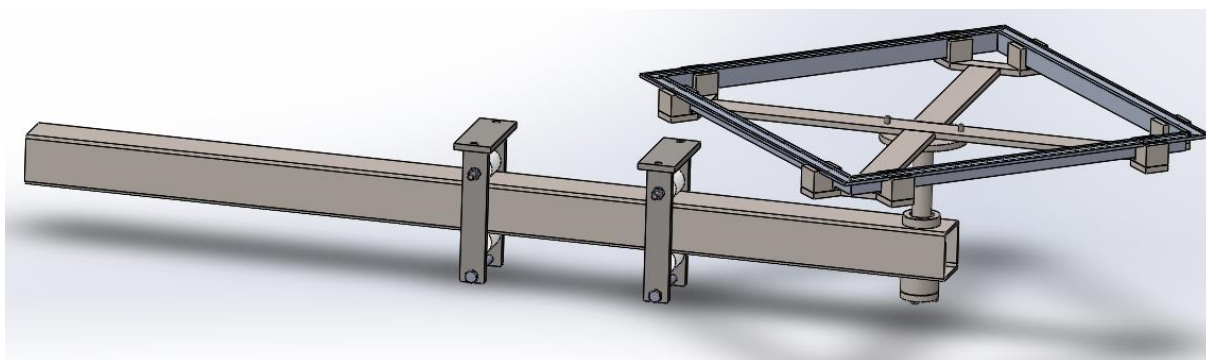
Slika 27 Bočni PVC kotačići



Slika 28 Podsklop za translacijsko gibanje

#### 4.4. Konačni sklop naprave za montažu Al okvira

Da bi dobili konačni sklop naprave, potrebno je zavariti vanjsku cijev podsklopa za rotacijsko gibanje za kvadratnu cijev podsklopa za translacijsko gibanje. Nakon toga se izvodi montiranje ostalih dijelova, te u konačnici montiranje naprave na postolje ekscentar preše.



**Slika 29**    Naprava za montažu Al okvira

## 5. ZAKLJUČAK

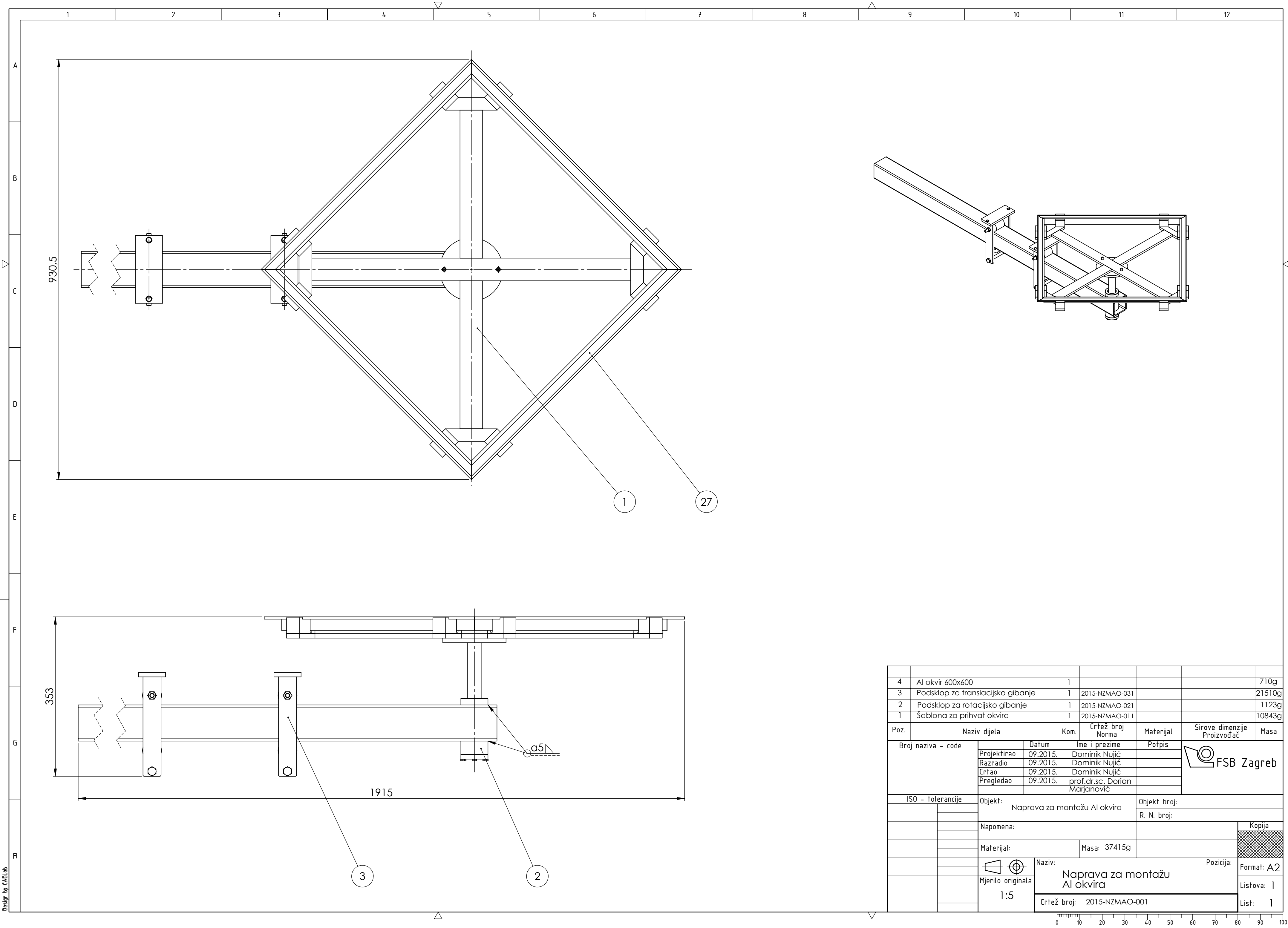
Najvažnije faze razvoja naprave za montažu Al okvira revizijskih vratašca su koncipiranje i konstruiranje. Navedene faze su bitne jer se u njima definiraju funkcije naprave, te se predlaže nekoliko rješenja koje na kraju vode do konačne verzije.

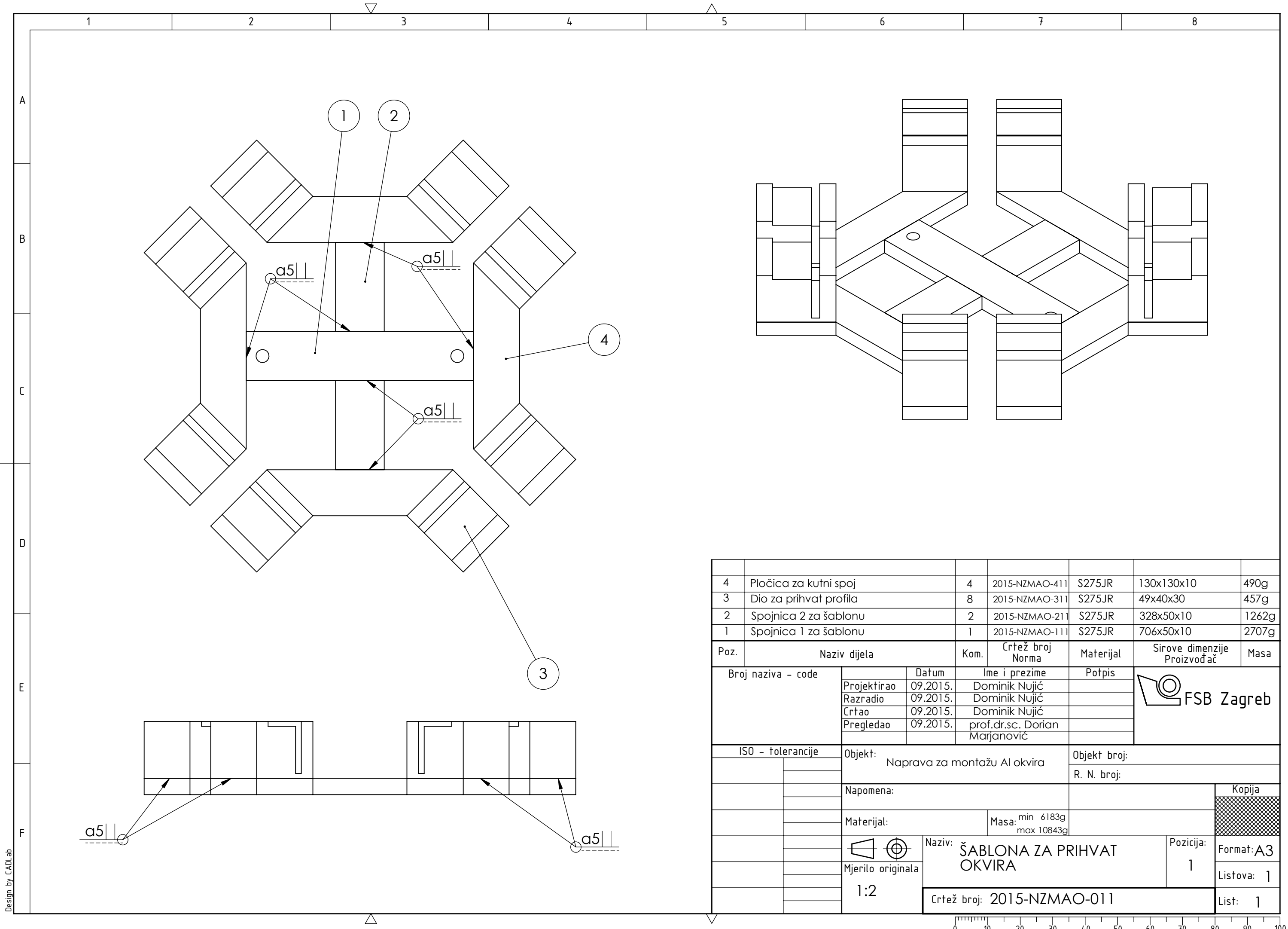
Konstruktivsko rješenje naprave, razrađeno u ovom radu, omogućuje korisniku sigurno, precizno, jednostavno i brzo uprešavanje. Osigurava korisniku jednaku preciznost spoja, jednaku brzinu uprešavanja po okviru, i nakon većeg broja uprešanih okvira.

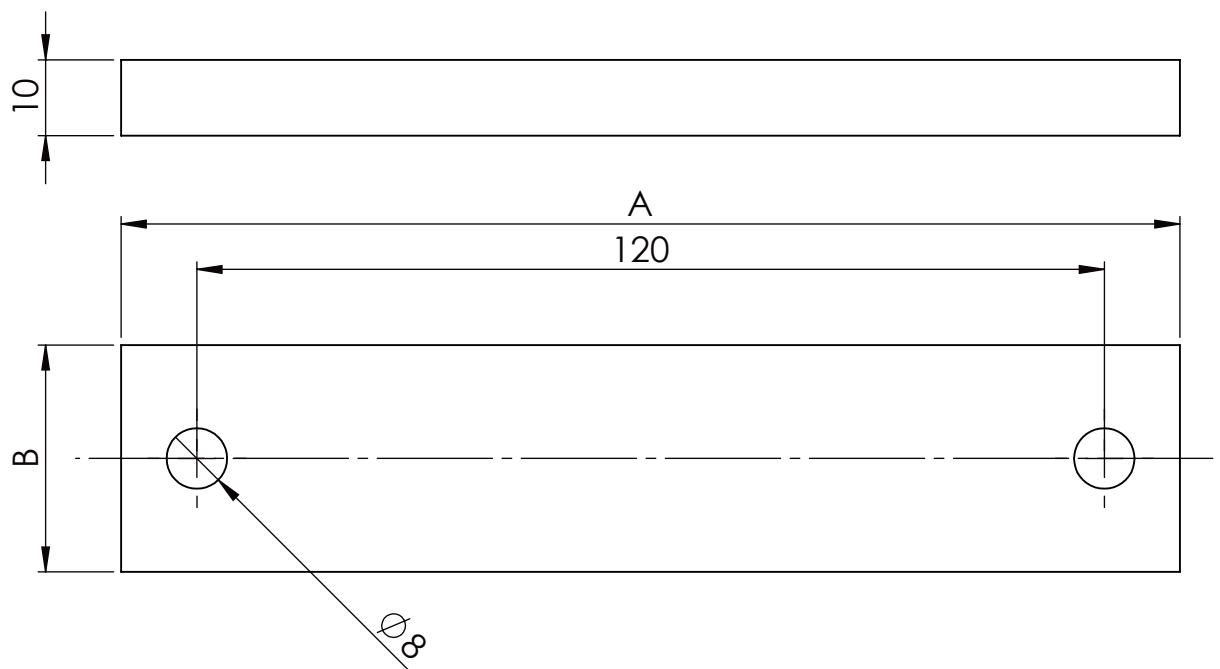
Naprava je, kao što možemo vidjeti, vrlo jednostavna u svakom pogledu, od samih dijelova koji su tehnološki relativno nezahtjevni za izradu, do same montaže naprave. Također ju odlikuju relativno mala masa, relativno mali dio prostora koji zauzima, te je cjenovno prihvatljiva za izradu, korištenje i održavanje.

## LITERATURA

- [1] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [2] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [3] SKF, General catalogue
- [4] e-učenje.fsb.hr, Razvoj proizvoda i Teorija konstruiranja
- [5] [nedalextrusion.com/files/4013/0678/5548/Data\\_6060.pdf](http://nedalextrusion.com/files/4013/0678/5548/Data_6060.pdf)
- [6] kencopress.com







#### NAPOMENA:

Dimenzije A i B se razlikuju za svaku šablonu.


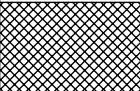
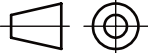
Za okvir - 200x200: A=140 mm; B=30 mm

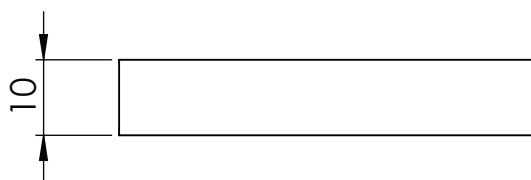
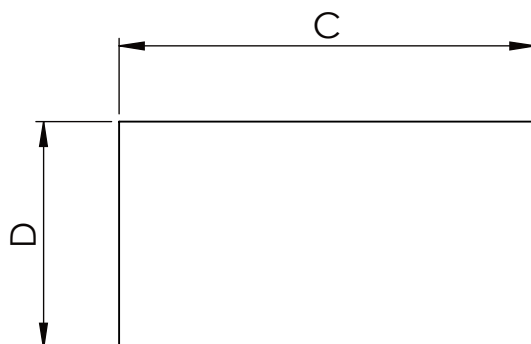
- 300x300: A=281,5 mm; B=30 mm

- 400x400: A=423,9 mm; B=30 mm

- 500x500: A=564,3 mm; B=50 mm

- 600x600: A=705,7 mm; B=50 mm

	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu AI okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:				Kopija	
Materijal: S275JR		Masa: min 316 g max 2707 g			
	Naziv:		Pozicija:		Format: A4
Mjerilo originala 1:1	Spojnica 1 za šablonu		1		Listova: 1
Crtež broj: 2015-NZMAO-111			List: 1		



#### NAPOMENA:

Dimenzije C i D se razlikuju za svaku šablonu.

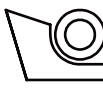
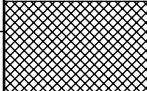
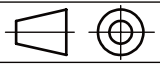
Za okvir - 200x200: C=55 mm; D=30 mm

- 300x300: C=125,8 mm; D=30 mm

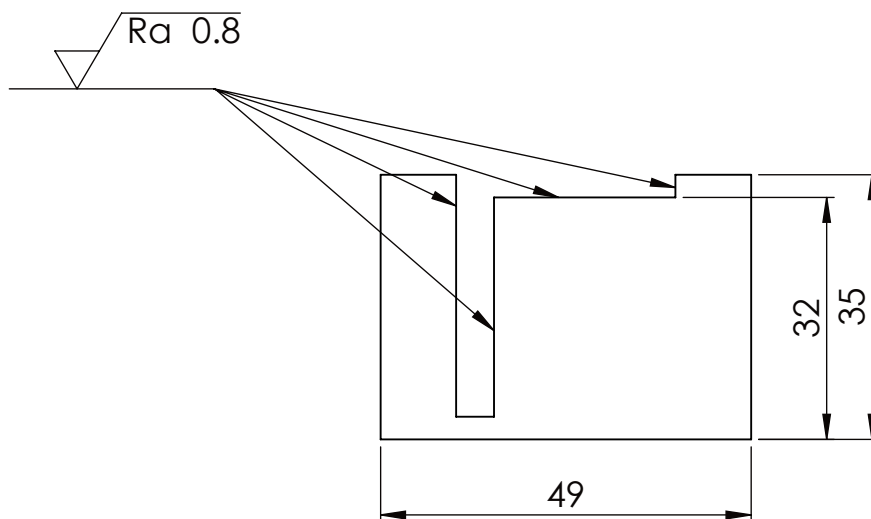
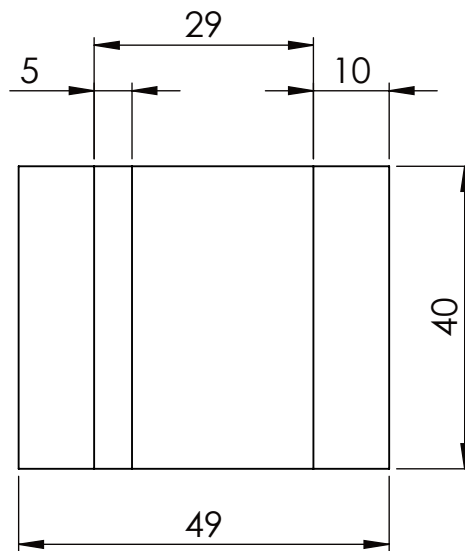
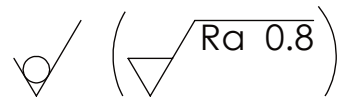
- 400x400: C=197 mm; D=30 mm


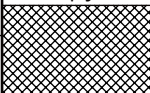
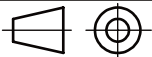
- 500x500: C=267,2 mm; D=50 mm

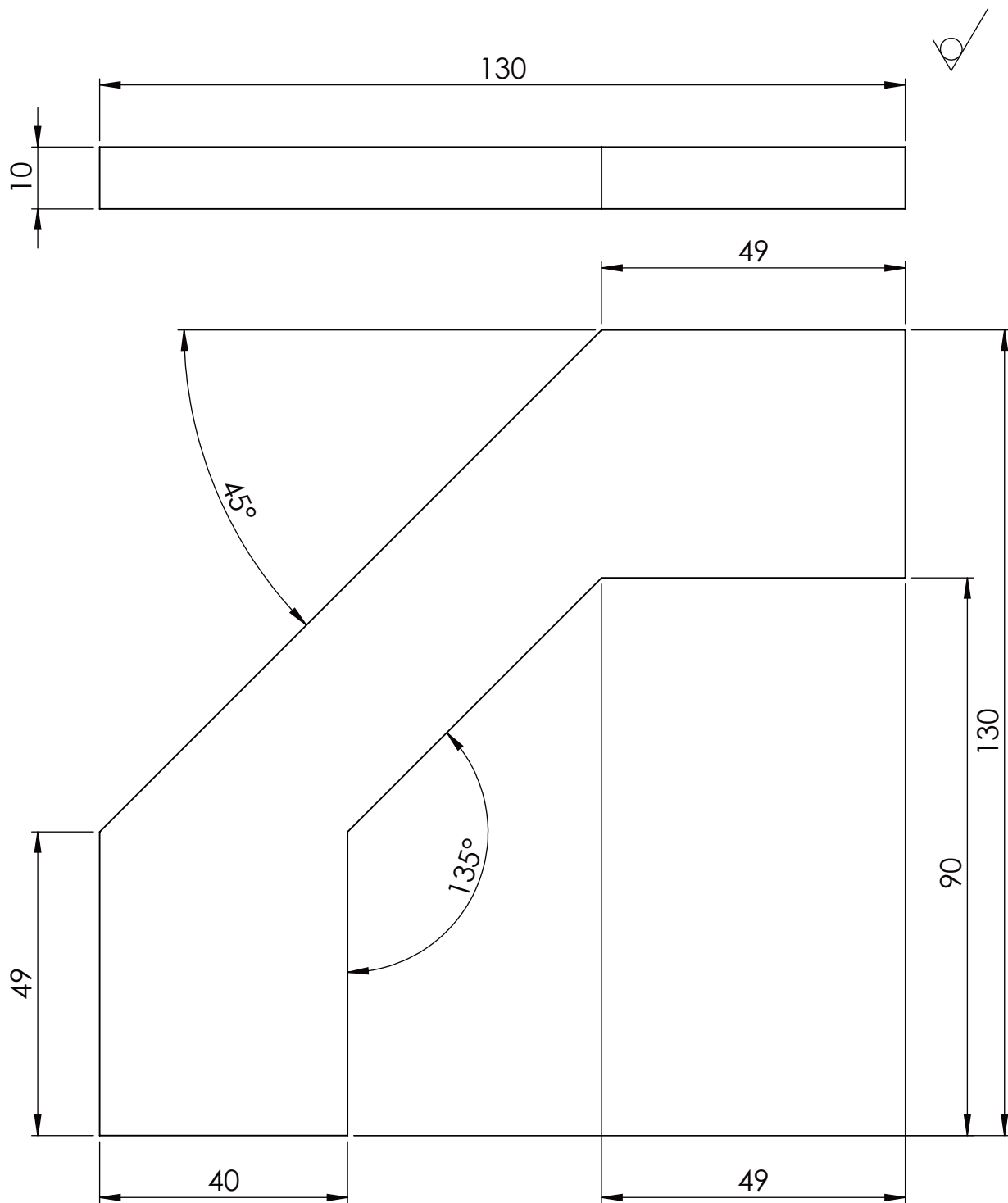
- 600x600: C=337,9 mm; D=50 mm

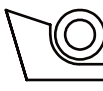
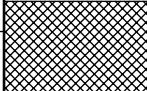
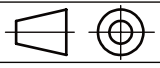
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:				Kopija	
Materijal: S275JR			Masa: min 128g max 1262g		
		Naziv: Spojnica 2 za šablonu			Pozicija: 2
Mjerilo originala 1:1		Crtež broj: 2015-NZMAO-211			Format: A4 Listova: 1 List: 1

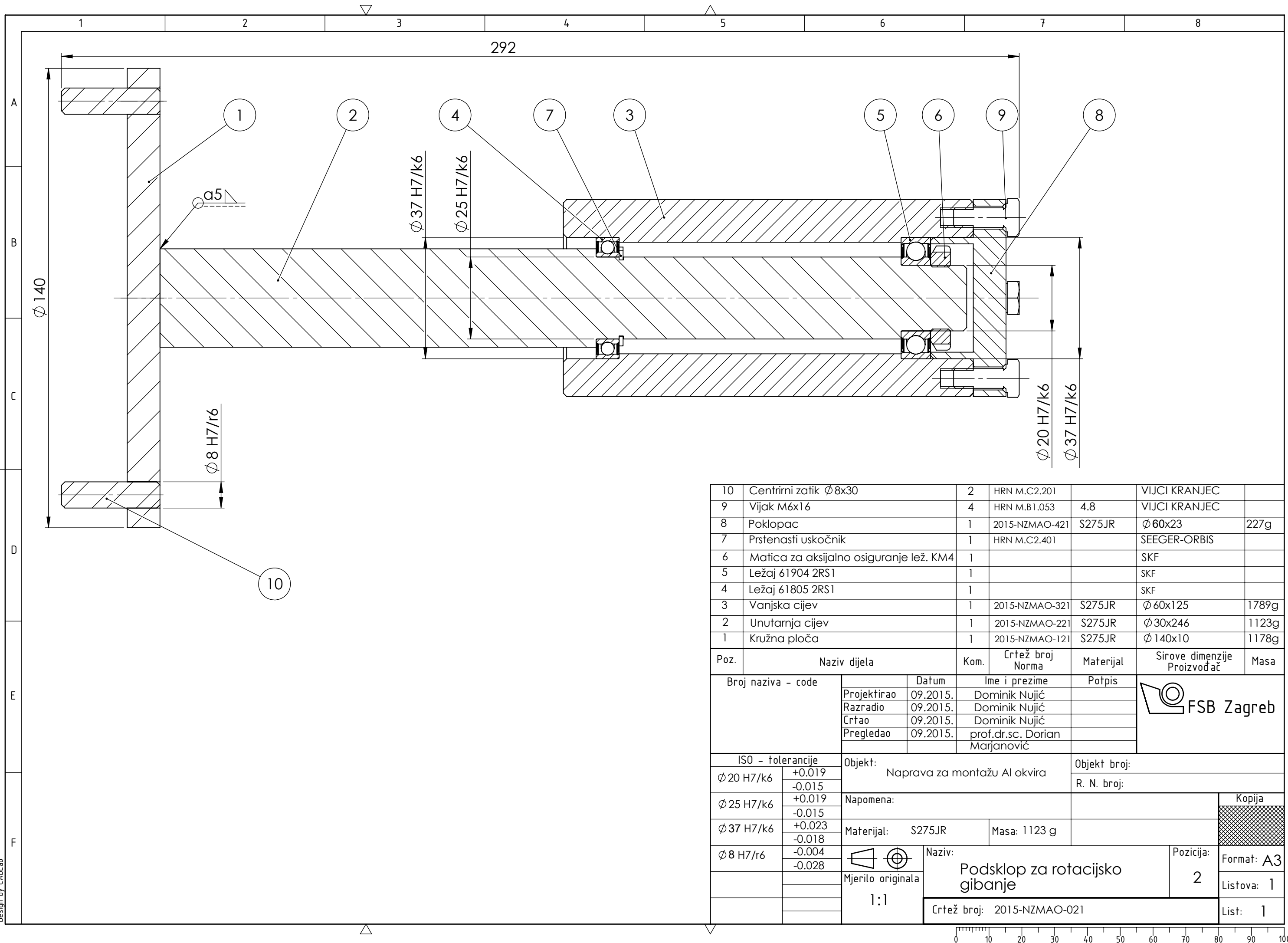


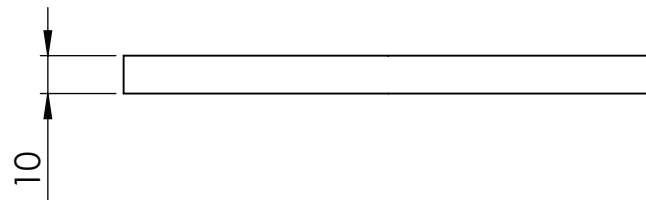
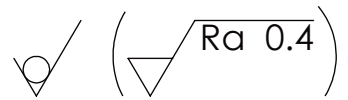


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:					Kopija
					
Materijal:	S275JR	Masa: 457 g			
 Mjerilo originala 1:1	Naziv: Dio za prihvat profila			Pozicija: 3	Format: A4
					Listova: 1
	Crtež broj: 2015-NZMAO-311				List: 1

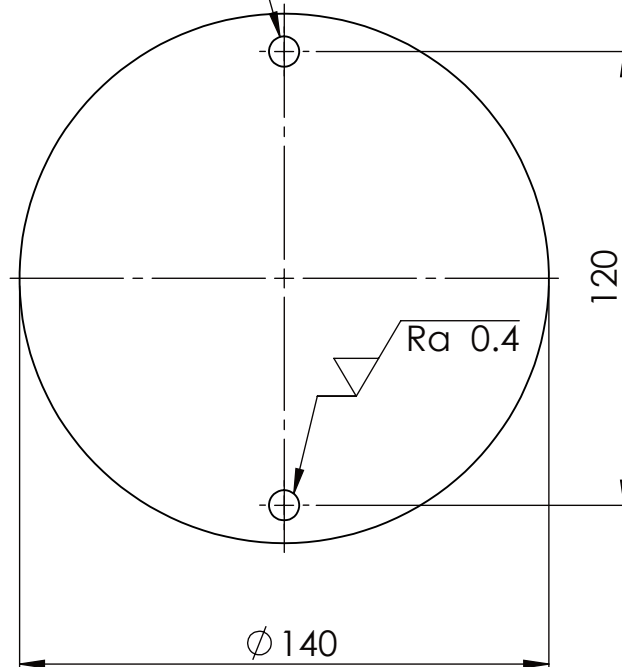


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Kopija		
Materijal: S275JR		Masa: 490 g			
	Naziv:				Pozicija:
Pločica za kutni spoj		4			
Mjerilo originala 1:1		Crtež broj: 2015-NZMAO-411		Format: A4 Listova: 1 List: 1	

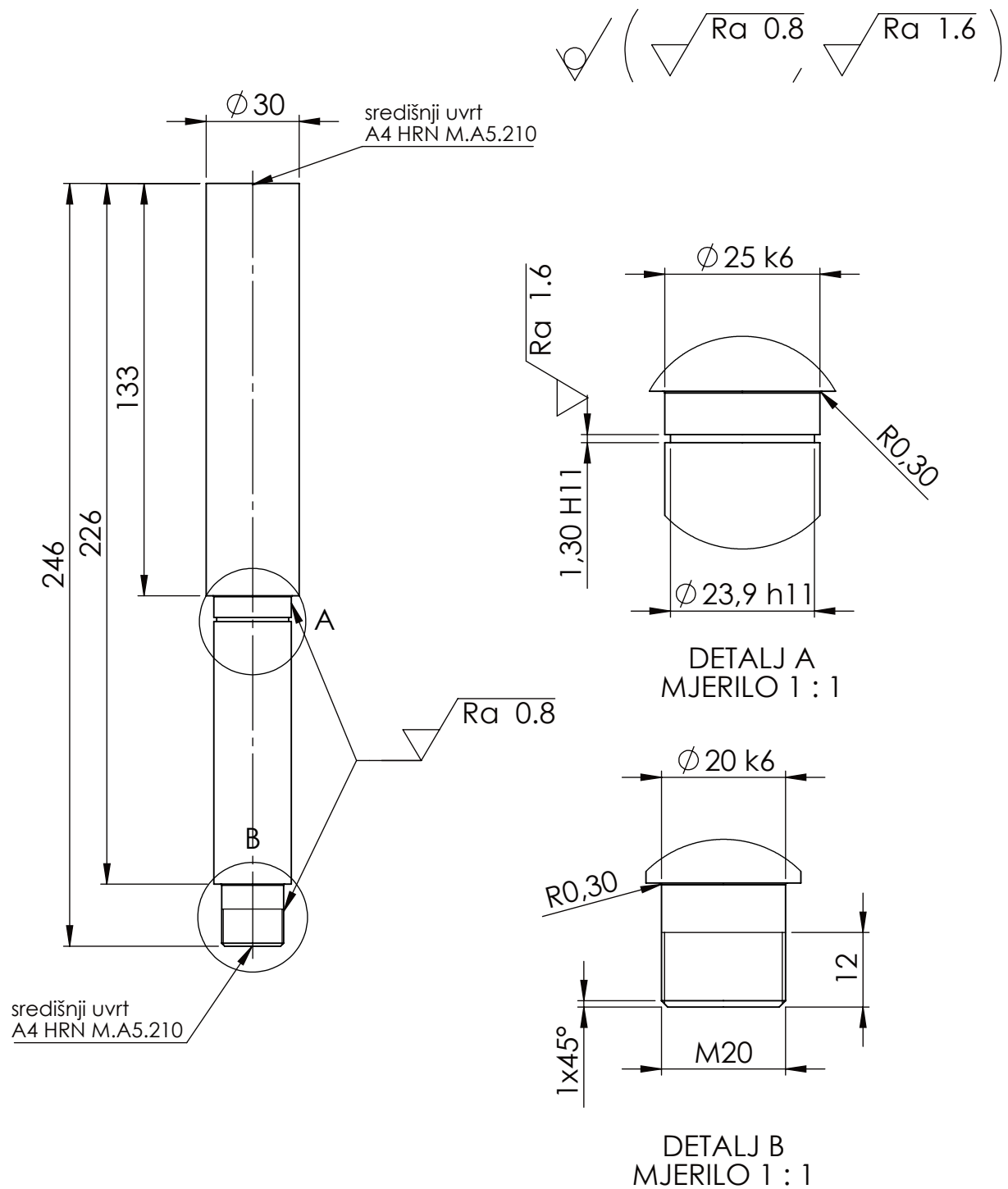



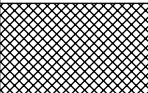
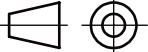


Ø 8 H7 HRN M.C2.201

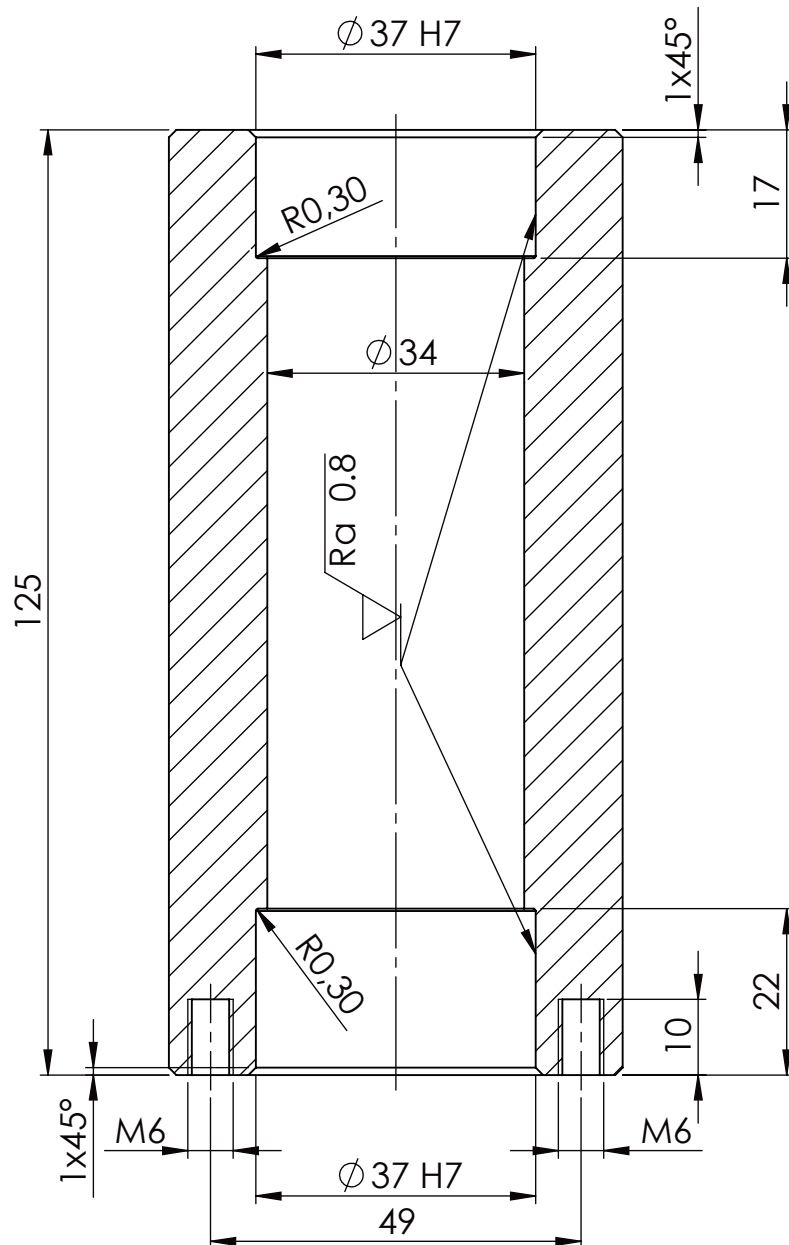


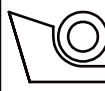
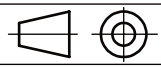
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić		
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić		
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić		
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović		
Objekt: Naprava za montažu AI okvira			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:				Kopija
Materijal:	S275JR	Masa: 1200 g		
	Naziv:		Pozicija:	Format: A4
Mjerilo originala	Kružna ploča		1	Listova: 1
1:2	Crtež broj: 2015-NZMAO-121			List: 1





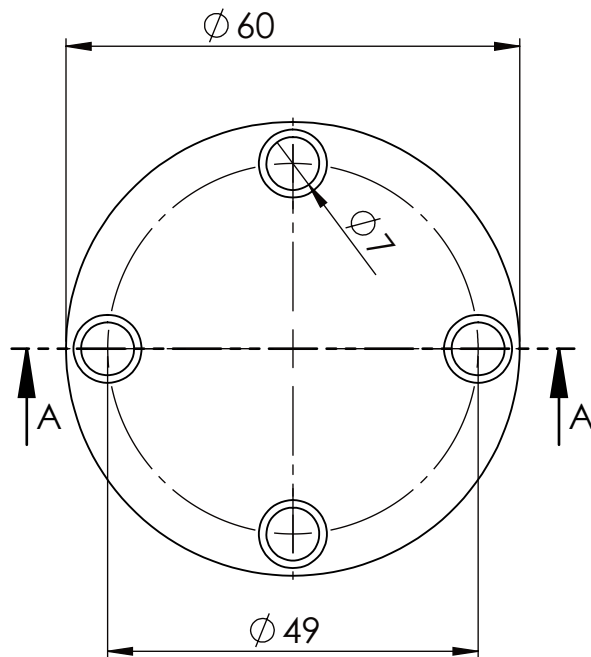
Broj naziva - code		Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić	Potpis	 FSB Zagreb	
		Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
		Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
		Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
ISO - tolerancije		Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
Ø 20 k6	+0.015				R. N. broj:		
	+0.002						
Ø 25 k6	+0.015	Napomena:					Kopija
	+0.002						
		Materijal:	S275JR	Masa: 1123 g			
			Naziv: Unutarnja cijev			Pozicija:	Format: A4
		Mjerilo originala				2	
		1:2	Crtež broj: 2015-NZMAO-221			List: 1	

✓ ( ✓ Ra 0.8 )

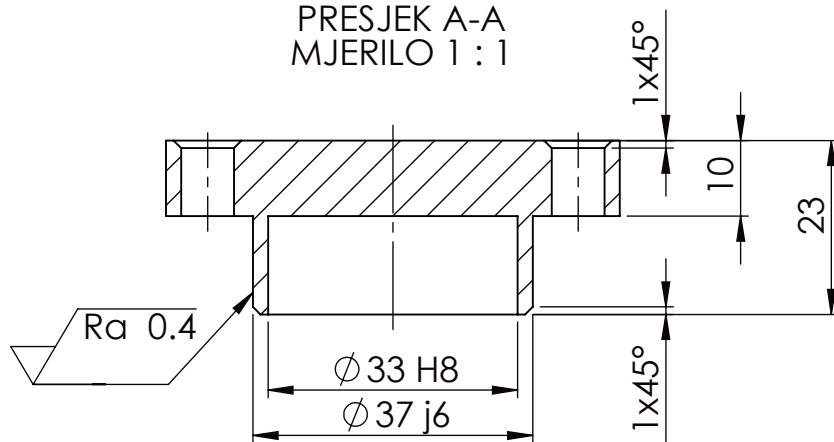


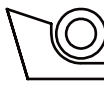
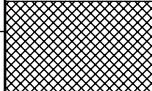
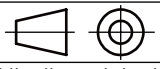
Broj naziva - code		Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić	Potpis	 FSB Zagreb
		Razradio	09.2015.	Dominik Nujić		
		Crtao	09.2015.	Dominik Nujić		
		Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović		
ISO - tolerancije		Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:	
Ø 37 H7	+0.025				R. N. broj:	
	+0					
		Napomena:				Kopija
		Materijal: S275JR	Masa: 1789 g			
			Naziv: Vanjska cijev			Pozicija:
		Mjerilo originala				3
		1:1	Crtež broj: 2015-NZMAO-321			Format: A4
						Listova: 1
						List: 1

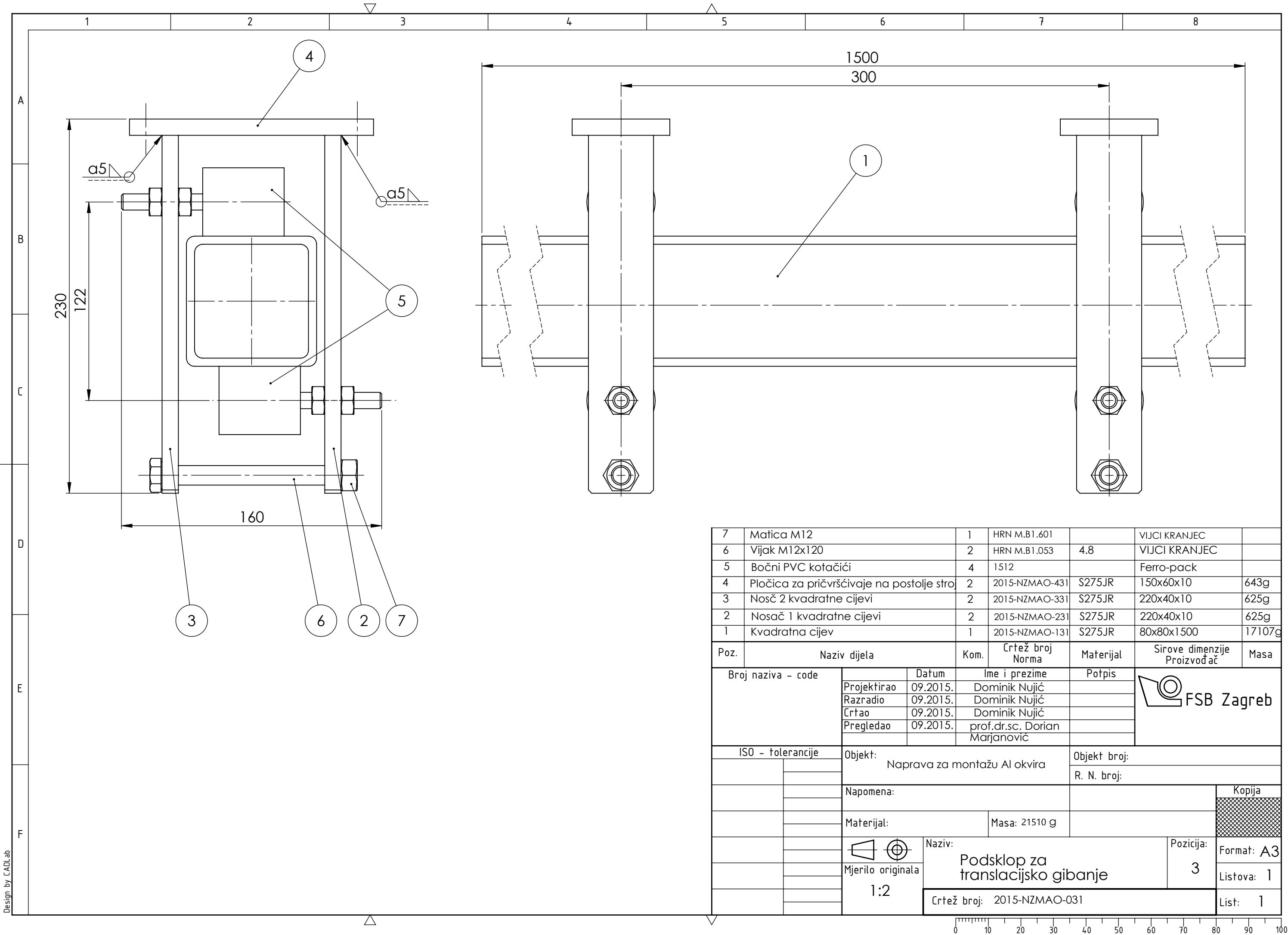
 Ra 12.5
 (
  Ra 1.6
 )



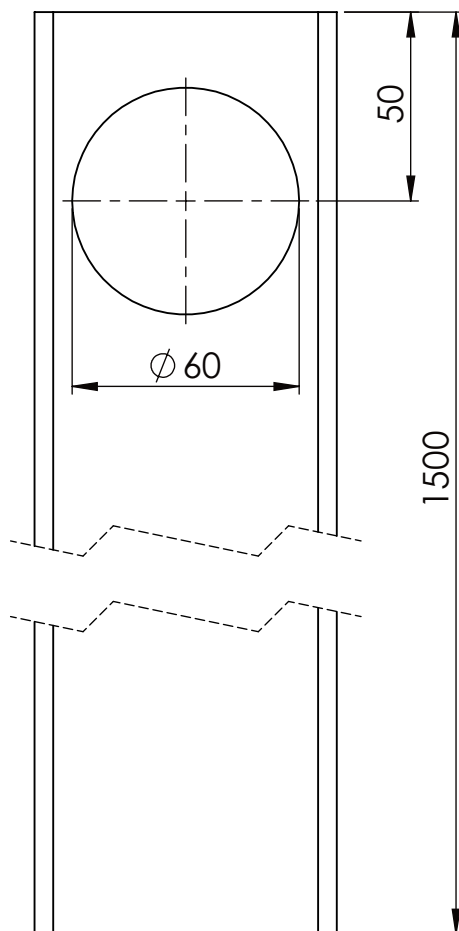
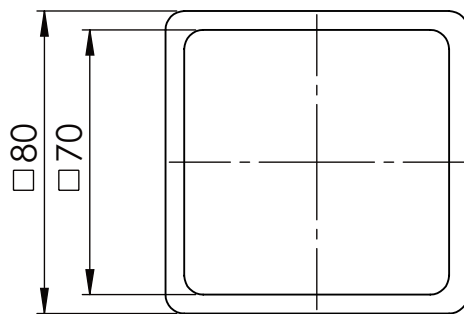
PRESJEK A-A  
MJERILO 1 : 1


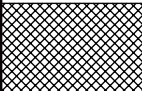
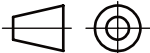


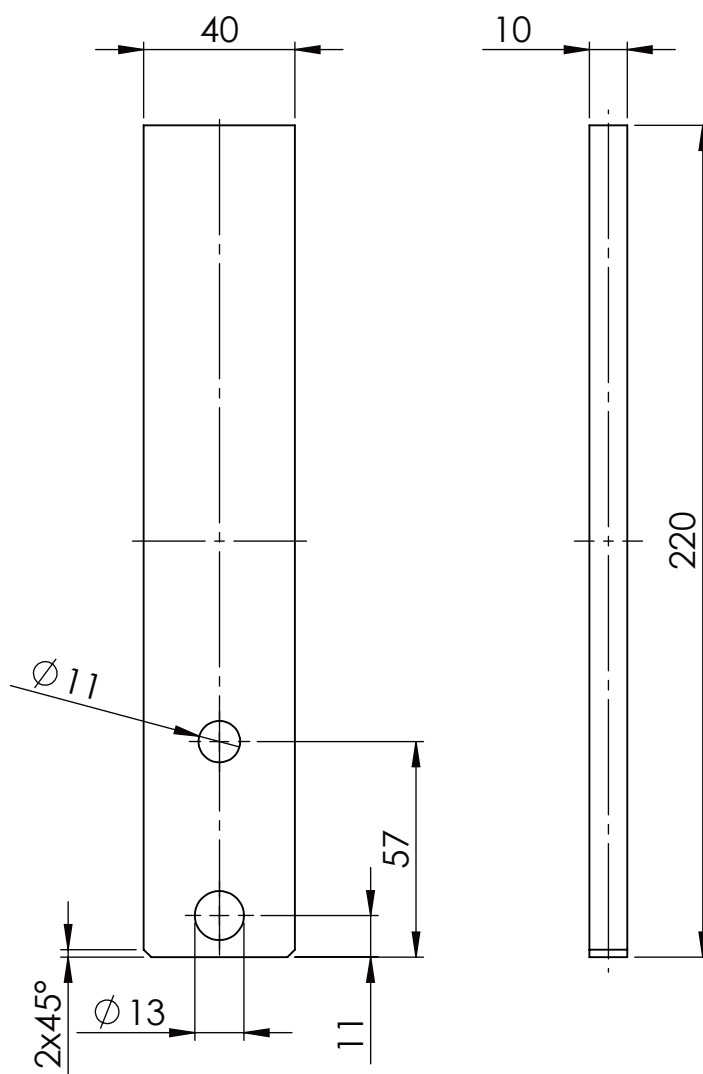
Broj naziva - code		Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
		Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić		
		Razradio	09.2015.	Dominik Nujić		
		Crtao	09.2015.	Dominik Nujić		
		Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović		
ISO - tolerancije		Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:	
$\phi 33$ H8	+0.039 +0				R. N. broj:	
$\phi 37$ j6	+0.011 -0.005	Napomena:			Kopija 	
		Materijal:	S275JR	Masa: 227g		
			Naziv: Poklopac			Pozicija: 8
		Mjerilo originala				
		1:1	Crtež broj: 2015-NZMAO-421			Format: A4
						Listova: 1
						List: 1


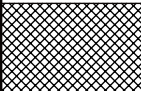
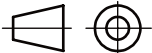


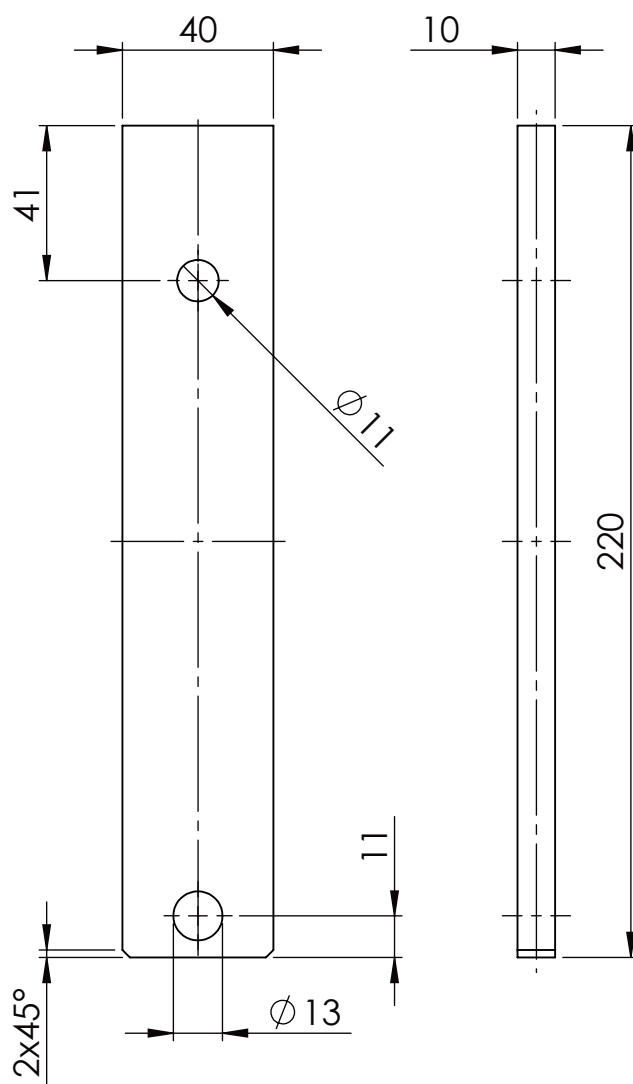




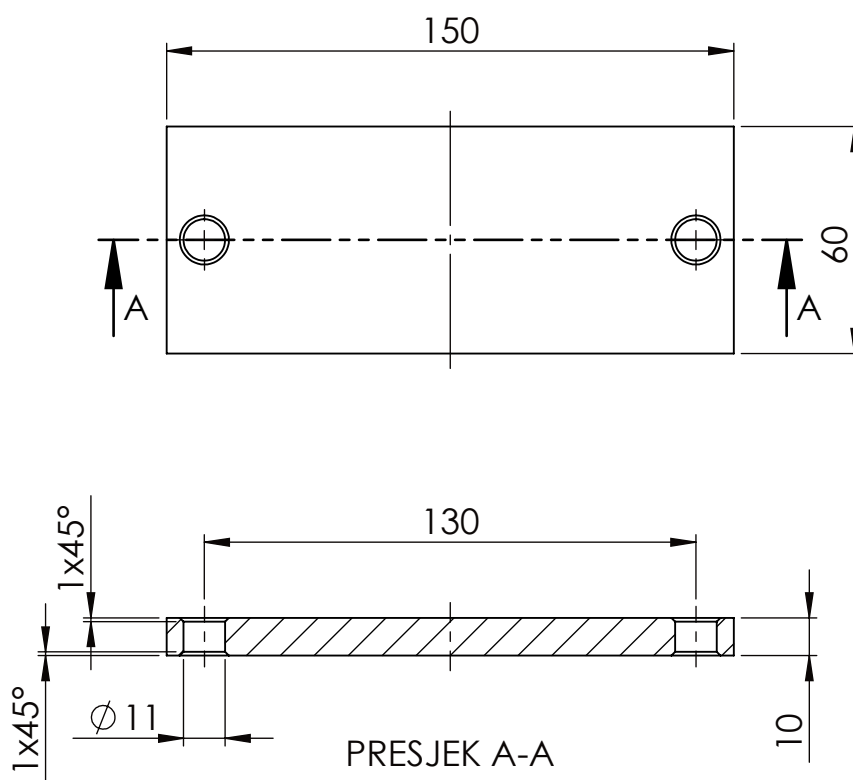
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:					Kopija
Materijal: S275JR		Masa: 17107g			
		Naziv: Kvadratna cijev		Pozicija: 1	
Mjerilo originala 1:2					Format: A4
		Crtež broj: 2015-NZMAO-131			Listova: 1
					List: 1


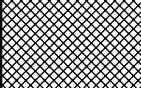
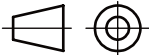


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:				Kopija	
Materijal:	S275JR	Masa: 625g			
	Naziv:		Pozicija:		Format: A4
	Nosач 1 kvadratne cijevi		2		Listova: 1
Mjerilo originala	Crtež broj: 2015-NZMAO-231			List: 1	
1:2					



	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić		
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić		
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić		
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović		
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Kopija	
Materijal: S275JR			Masa: 625g	
Naziv: Nosač 2 kvadratne cijevi			Pozicija: 3	
Crtež broj: 2015-NZMAO-331				
Mjerilo originala 1:2			Format: A4	
			Listova: 1	
			List: 1	



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	09.2015.	Dominik Nujić			
Razradio	09.2015.	Dominik Nujić			
Crtao	09.2015.	Dominik Nujić			
Pregledao	09.2015.	prof.dr.sc. Dorian Marjanović			
Objekt: Naprava za montažu Al okvira			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Kopija		
Materijal: S275JR		Masa: 643 g			
	Naziv:		Pozicija:		Format: A4
Mjerilo originala	Pločica za spoj sa postoljem stroja		4		
1:2	Crtež broj: 2015-NZMAO-431				Listova: 1
					List: 1